ATTI

DELLA

R. ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCLXXIX

1881-82

SERIE TERZA

MEMORIE

DELLA CLASSE DI SCIENZE FISICHE, MATEMATICHE E NATURALI

VOLUME XIII.

ROMA
COI TIPI DEL SALVIUCCI
1882

ATTI
DELLA
R. ACCADEMIA DEI LINCEI
ANNO CCLXXIX

1881-82

SERIE TERZA

MEMORIE
DELLA CLASSE DI SCIENZE FISICHE, MATEMATICHE E NATURALI

VOLUME XIII.

ROMA
COI TIPI DEL SALVIUCCI
1882

Ossidazione dell'acido titanico.

Memoria di A. PICCINI

approvata per la stampa negli Atti dell'Accademia
nella seduta del 25 giugno 1882.

In una Nota preliminare (¹) ho già accennato che il biossido di bario dà colle soluzioni solforiche di acido titanico un liquido giallo-rosso, dal quale sia l'ammoniaca in eccesso, che la potassa in difetto precipitano dei fiocchi giallognoli, che, essiccati all'aria, contengono ancora molta acqua e 4 p. di ossigeno aggiunto per 100 p. di acido titanico. Quantunque un tal rapporto si mantenesse costante in questi composti ottenuti in circostanze diverse mi riserbava di decidere se esso non fosse dovuto alla scomposizione di prodotti più ossigenati, e gli esperimenti che ho eseguiti, e che sono per descrivere, sembrano confermare una tale ipotesi.

Ho preparato l'acido titanico con due metodi diversi. Ho fuso il rutilo con bisolfato potassico, ho ripreso con acqua fredda la massa polverizzata e precipitato all'ebollizione l'acido titanico in corrente d'idrogeno solforato; ho fuso nuovamente il prodotto ottenuto con bisolfato di potassa e ho ripetuto lo stesso trattamento per separare le piccolissime quantità di ferro, che ancora conteneva ed ho avuto così un prodotto bianchissimo, che rimaneva tale anche dopo la calcinazione. All'analisi non ha dato tracce di ferro o di altri metalli precipitabili dagli alcali: conteneva 99,75 % di $Ti O^2$. Altro materiale purissimo ho avuto decomponendo con acqua fredda il tetracloruro di titanio (purificato per distillazione frazionata, e bollente tra 135,5-136° sotto la pressione di 765^{mm}) e precipitando la soluzione con leggerissimo eccesso di ammoniaca. L'acido titanico così ottenuto era pure bianchissimo, anche dopo la calcinazione, e dava 99,82 di $Ti O^2$.

L'acido titanico veniva sempre sciolto nell'acido solforico a freddo od a caldo, secondo il metodo di preparazione con cui era stato ottenuto, e la soluzione veniva digerita a freddo con biossido di bario, ottenuto secondo la indicazione del Brodie (²) e perfettamente bianco e cristallino, finchè col reattivo di Barreswill mostrasse di contenere acqua ossigenata. Il liquido divenuto fortemente colorato in rosso lasciava deporre il solfato di bario, che si poteva completamente separare alla prima filtrazione, e precipitato incompletamente con soluzione (1:10) di potassa all'alcool dava dei fiocchi giallognoli (A), che, lavati ed essiccati si mostravano di un colore giallo d'uovo. Separati questi col filtro si poteva, aggiungendo nuova potassa, ottenere dalla soluzione primitiva rimasta ancora molto colorata un altro precipitato (B) pure fioccoso che dopo l'essiccamento costituiva una polvere di un colore giallo chiaro con

(¹) R. Accademia de' Lincei, serie 3ª. Transunti, Seduta del 5 marzo 1882.
(²) Ann. Chem. Pharm. III, Suppl. Band. 204.

una punta di verdognolo. Questi due precipitati si possono distinguere facilmente ad occhio e l'analisi quantitativa rivela in loro una differente composizione: però tanto essi quanto quelli che saranno descritti fra breve presentano le stesse reazioni. Contengono acqua, acido titanico con eccesso di ossigeno e piccole quantità di sali che erano sciolti nel liquido in cui si sono formati e che i lavaggi tolgono difficilmente.

Scaldati si decolorano, perdono acqua ed ossigeno e si trasformano in acido titanico; bolliti lungamente con acqua sviluppano ossigeno e lasciano una polvere bianca. Si sciolgono nell'acido solforico e nitrico dando soluzioni che ricordano quelle del bicromato potassico; si sciolgono pure nell'acido cloridrico, sviluppando cloro. L'acido fluoridrico invece dà un liquido scolorato, nel quale si può dimostrare la presenza dell'acqua ossigenata. Le soluzioni solforiche si possono concentrare per lento svaporamento, ma a un certo punto comincia a svolgersi ossigeno e il colore va a mano a mano diminuendo finchè dopo qualche mese rimane una massa gelatinosa bianca. Danno col fluoridrato potassico un precipitato bianco, cristallino, di fluotitanato potassico normale e il liquido filtrato contiene acqua ossiginata. Col fosfato disodico quando non sieno troppo acide, danno un precipitato voluminoso di color giallognolo, che, lavato e sciolto in acido nitrico dà la reazione dell'acido fosforico. Decompongono gli ioduri alcalini, liberando l'iodio, ossidano i sali ferrosi e decolorano il permanganato potassico con sviluppo di ossigeno.

Nello studio di queste sostanze ho avuto specialmente in mira la determinazione del rapporto tra l'ossigeno aggiunto e l'acido titanico: e d'altra parte la loro facile alterabilità non permetteva spesso di fare l'analisi in condizioni tali da poter tener conto dell'acqua. Seccate all'aria ne ritengono ancora una quantità grandissima; nel vuoto perdono acqua ed alcune anche ossigeno e, almeno in certi casi, sembra che la decomposizione si arresti ad un limite fisso. Tre sono stati i metodi da me impiegati per determinare il detto rapporto. Il primo consiste nel far la soluzione solforica del prodotto da studiarsi, decolorarla col permanganato potassico, diluire in seguito il liquido e sottoporlo all'ebollizione per precipitare l'acido titanico; il secondo nel decolorare la soluzione solforica con una quantità nota di solfato ferroso ammonico, determinare col permanganato l'ossido ferroso rimasto e precipitare l'acido titanico all'ebollizione dal liquido diluito al quale si aggiunge ogni tanto dell'acido solforoso [1] in modo che se ne senta sempre e marcatamente l'odore: se in questa prima operazione l'acido titanico non viene perfettamente bianco si scioglie nel bisolfato potassico fuso; si riprende con acqua fredda la massa raffreddata ed aggiungendo ancora acido solforoso si fa bollire il liquido e si precipita così un'altra volta. È inutile il dire, che i liquidi dai quali si era separato l'acido titanico venivano diluiti molto con acqua e sottoposti di nuovo all'ebollizione per accertarsi che la precipitazione era stata completa. Il terzo metodo che è il più elegante e il più diretto si pratica collocando una navicella contenente la sostanza pesata in un tubo infusibile connesso colla pompa di Sprengel; si fa il vuoto, si scalda forte e si raccoglie in una campanella graduata l'ossigeno, che viene poi assorbito col pirogallato

[1] Aggiungendo acido solforoso si riproduce un color giallo simile a quello che ha la soluzione primitiva diluita e dovuto al solfito ferrico; l'eccesso del reattivo e il calore lo fa scomparire.

potassico; nella navicella rimane l'acido che si calcina e si pesa. Questi tre metodi si sono mostrati, come vedremo più avanti, concordantissimi tra di loro.

Il precipitato A lavato, ma ancora umido, venne sciolto in acido solforico diluito e freddo e la soluzione decolorata con permanganato potassico $\frac{N}{20}$.

Questo reattivo si comporta con tali sostanze come con l'acqua ossigenata, e quindi l'ossigeno che egli cede è precisamente eguale a quello che si è aggiunto all'acido titanico.

Permanganato $\frac{N}{20}$ cc. 7,96 (O=0,00318) per gr. 0,0621 di TiO^2

	trovato	calcolato per $4TiO^2+O$ [1]
Per 100 p. di TiO^2	O=5,12	5,00

Lo stesso precipitato dopo completa essiccazione dette risultati diversi:

I. Permanganato $\frac{N}{20}$ cc. 29,5 (O=0,01180) per gr. 0,2909 di TiO^2

II. » » 18,5 (O=0,00740) » » 0,1813 »

III. » » 17,0 (O=0,0068) » » 0,1703 »

	trovato I	II	III	media	calcolato per $5TiO^2+O$
Per 100 p. di TiO^2	O=4,05	4,08	3,99	4,04	4,00

Il precipitato B appena seccato tra carta dette i seguenti risultati:

Permanganato $\frac{N}{20}$ cc. 84 (O=0,0336) per gr. 0,3362

	trovato	calcolato per $2TiO^2+O$
Per 100 p. di TiO^2	O =9,99	10

Se invece di decomporre parzialmente la soluzione giallo-rossa primitiva si aggiunge subito la quantità voluta di potassa si ottiene un precipitato C che dopo il lavaggio e l'essiccazione somiglia molto a B. La I. analisi è stata fatta sul precipitato lavato ma ancora umido, la II. appena compiuta l'essiccazione all'aria.

I. Permanganato $\frac{N}{20}$ cc. 46,8 (O=0,01872) per gr. 0,1810 di TiO^2

II. » » » 98,4 (O=0,03936) » » 0,4190 »

	trovato I	II	media	calcolato per $2TiO^2+O$
Per 100 p. di TiO^2	O = 10,3	9,4	9,88	10

I. Gr. 4,4470 di questo composto perfettamente seccato all'aria perdettero nel vuoto in 6 giorni gr. 0,9363 vale a dire il 21,05 %; il peso rimase poi costante. La polvere era sempre gialla ed apparentemente sembrava inalterata. All'analisi però dette resultati differenti.

(1) Adotto provvisoriamente il numero 48 per peso atomico del titanio. Però variando esso, secondo i varî autori, da 48 a 56 mi sono proposto di determinarlo di nuovo servendomi di metodi diversi da quelli fin qui impiegati; e fra questi anche dell'analisi del fluotitanato potassico normale.

Gr. 0,7525 di sostanza sciolti in acido solforico decolorarono di permanganato $\frac{N}{20}$ cc. 81,6 (O=0,03264) e dettero gr. 0,4978 di TiO^2.

II. Una quantità non pesata di questa stessa sostanza sviluppò cc. 26,1 di ossigeno a 17°6 e a una pressione di $762^{mm}-137^{mm}$, lasciando gr. 0,4468 di TiO^2 perfettamente bianco.

	trovato			calcolato per $3TiO^2+O$ (')
	I	II	media	
Per 100 p. di TiO^2	O=6,58	6,30	6,44	6,64

Calcolando la prima analisi si trova un perfetto accordo colla formula $3TiO^2+O+6H^2O$.

		calcolato	trovato
$3TiO^2$	240	65,93	66,15
O	16	4,39	4,34
$6H^2O$	108	29,68	
	364	100,00	

Se per precipitare completamente la soluzione giallo-rossa primitiva si adopera ammoniaca invece di potassa si ottiene un precipitato che somiglia a C. Analizzato ancora umido, ma perfettamente lavato, ha dato i seguenti resultati:

Permanganato $\frac{N}{20}$ cc. 36,15 (O=0,01446) per gr. 0,1434 di TiO^2

	trovato	calcolato per $2TiO^2+O$
Per 100 p. di TiO^2 ossigeno	=10,08	10

Seccato e conservato per un mese tra carta ha perduto la metà del suo ossigeno:

Permanganato $\frac{N}{10}$ cc. 27 (O=0,0216) per gr. 0,4220 di TiO^2

	trovato	calcolato per $4TiO^2+O$
Per 100 p. di TiO^2 ossigeno	= 5,11	5,00

Ho fatto un'altra preparazione impiegando un fortissimo eccesso di ammoniaca e pare che la decomposizione in questo modo si acceleri. Sciolsi nell'acido solforico una parte del precipitato dopo averlo lavato completamente: della soluzione feci due parti eguali, nell'una delle quali determinai l'ossigeno aggiungendo solfato ferroso e nell'altra nel solito modo.

I. Gr. 0,7392 di solfato ferroso ammonico decolorarono la soluzione e 12,5 cc. di permanganato $\frac{N}{20}$ per gr. 0,1930 di TiO^2.

II. Permanganato $\frac{N}{20}$ cc. 25,3 (O=0,01012) per gr. 0,1915 di TiO^2.

	trovato			calcolato per $4TiO^2+O$
	I	II	media	
Per 100 p. di TiO^2	O=5,22	5,28	5,25	5,00

Questo stesso composto seccato fra carta dette i resultati seguenti:

I. Permanganato $\frac{N}{20}$ cc. 26,6 (O=0,01064) per gr. 0,2607 di TiO^2.

II. » » » 60,5 (O=0,0242) » 0,5949 »

	trovato			calcolato per $5TiO^2+O$
	I	II	media	
Per 100 p. di TiO^2	O=4,08	4,06	4,07	4,00

Volli tentare di aggiungere ancora più ossigeno all'acido titanico e perciò provai a trattare un'altra volta con biossido di bario la soluzione solforica di C, ma lo riottenni inalterato, per cui dovetti concludere che con tal modo non si può giungere a fissare in un composto solido più di 10 p. di ossigeno per 100 p. di acido titanico. Restava a vedere se in soluzione le cose procedessero diversamente. Mi preparai perciò l'acqua ossigenata purissima secondo le indicazioni del Thomsen (¹) e la feci sgocciolare in una soluzione solforica di acido titanico; comparve subito il noto colore e presto si fece così intenso che non si poteva avvertire alcun cambiamento prodotto dall'aggiunta del reattivo. Prendeva allora di tanto in tanto con un tubo affilato una goccia del liquido, la distendeva sopra un piattino di porcellana e la toccava con una bacchettina bagnata di soluzione diluita di bicromato potassico. Quando sulla goccia appariva una nubecola azzurrognola, molto fuggevole, cessava d'aggiungere acqua ossigenata. Questa titolazione riesce sulle prime alquanto difficile, ma presto si acquista la necessaria sicurezza e l'occhio si abitua a vedere il fenomeno della colorazione anche quando non vi è che piccolissima quantità d'acqua ossigenata nel liquido. Del resto non sarebbe facile il sostituire un altro indicatore perchè queste soluzioni rosse si comportano cogli ioduri, coi sali tallosi ecc. precisamente come l'acqua ossigenata.

L'esperienze furono fatte con acqua ossigenata di diverse concentrazioni; il titolo di questa era preso col permanganato potassico prima e dopo l'operazione, e si adottava la media dei numeri ottenuti, che in verità non differiva dai singoli se non per i consueti errori d'analisi. La soluzione d'acido titanico adoperata in tutte le esperienze conteneva gr. 0,2359 di TiO^2 per litro.

In queste operazioni l'acqua ossigenata avea per ogni c. c. gr. 0,00119 di ossigeno cedibile:

I CC. 15 di soluz. (TiO^2= gr. 0,35385) vollero cc. 59,5 di H^2O^2 (O=0,070805)

II. » » » » 60,1 » (O=0,071519)

In quest'altre esperienze l'acqua ossigenata aveva per ogni c. c. gr. 0,0008 di ossigeno cedibile:

III. CC. di soluz. (TiO^2 = gr. 0,25949) vollero di H^2O^2 cc. 65,8 (O=0,052640)

IV. » » » » » » 65,5 (O=0,05240)

	trovato					calcolato per TiO^2+O
	I	II	III	IV	media	
Per 100 p. di TiO^2	O=20,0	20,23	20,28	20,19	20,17	20,00

(¹) Berl. Ber. VII — 74.

Nelle prime esperienze fatte per provare il metodo aveva ottenuto 21,8; 21,5; 20,9 numeri, che, sebbene poco esatti, mostravano già la direzione del fenomeno.

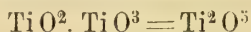
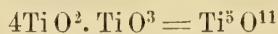
E a questo termine fisso non solo si giunge colle soluzioni solforiche di acido titanico, ma anche con quelle dei precipitati gialli sopra descritti. Cito ad esempio la determinazione fatta col precipitato che dette il rapporto $3\ Ti O^2 + O$. Una porzione di esso sciolta in acido solforico volle cc. 36,1 d'acqua ossigenata (contenente gr. 0,002 di ossigeno disponibile per c. c.) per dare la reazione col bicromato potassico; il liquido rosso, diluito scolorato con acido solforoso e sottoposto all'ebollizione fece precipitare gr. 0,5207 di acido titanico.

Sapendo che per 100 p. di questo la soluzione primitiva conteneva 6,64 (calcolato per $3\ Ti O^2 + O$) di ossigeno aggiunto si può facilmente calcolare che l'acqua ossigenata allora soltanto si è resa visibile quando per 100 p. di acido titanico furono aggiunti 20,46 di ossigeno, mentre la teoria per $Ti O^2 + O$ vorrebbe 20,0.

Resta adunque stabilito che il termine della reazione è fisso, e se il bicromato potassico ci rivela sempre l'acqua ossigenata libera (il che non è contradetto da alcun fatto) si deve ritenere che prima di questo termine essa si trova nel liquido in qualche modo unita all'acido titanico, che ne nasconde alcune proprietà. Non è facile indovinare la natura di tale unione, nè il decidere se si tratti qui d'addizione o d'ossidazione vera e propria; basti l'avere messo in chiaro che c'è una fermata costante. Se, come modo di scrittura vogliamo rappresentare la reazione così:

$$H^2 O^2 + Ti O^2 = Ti O^3 + H^2 O$$

potremo, astrazion fatta dall'acqua, dare ai composti sopra accennati le formole seguenti:

$$4 Ti O^2 . Ti O^3 = Ti^5 O^{11}$$
$$3 Ti O^2 . Ti O^3 = Ti^4 O^9$$
$$2 Ti O^2 . Ti O^3 = Ti^3 O^7$$
$$Ti O^2 . Ti O^3 = Ti^2 O^5$$

nelle quali comparisce sempre il $Ti O^3$ che potremo chiamare acido pertitanico come si chiama acido percromico quello segnalato dal Barreswill. Il colore dei nostri liquidi che ricorda quello dell'acido cromico e dei bicromati, le relazioni che passano tra il sesquiossido di titanio cristallizzato e quello di cromo e fra il colore delle loro soluzioni non sono forse del tutto casuali. Del resto non ci sono neppure prove sufficienti per riguardare queste azioni chimiche come semplici addizioni; si sa, è vero, che l'acqua ossigenata tende a sommarsi con alcuni acidi ed a ciò anzi si crede dovuta la sua maggiore stabilità in soluzione acida, ma si sa ancora che in questi casi l'aggiunta di alcali serve a liberarla di nuovo e renderle la sua facile alterabilità; nel caso nostro invece si è potuto separare cogli alcali l'acido ossigenato in diversi gradi, alcuni dei quali relativamente stabili ($5\ Ti O^2 + O$; $3\ Ti O^2 + O$) con colore e proprietà diverse. Nè si creda che il comportamento col permanganato potassico parli assolutamente in favore dell'addizione, giacchè anche le soluzioni acide di biossido di bario anidro (ottenuto a una temperatura alla quale si decompongono alcuni protossidi) si comportano come l'acqua ossigenata, la quale, in questo caso, deve ritenersi evidentemente come un *prodotto* e non come un *edotto*. Ci troviamo

quindi in presenza di fenomeni intermedî, che sfuggono pur troppo a una completa investigazione.

Comunque sia resta dimostrato:

che l'acqua ossigenata non si può riconoscere col bicromato potassico nelle soluzioni d'acido titanico se non dopo averne impiegata la quantità voluta da $TiO^2 + H^2O^2$:

che da questa soluzione si possono, aggiungendo più o meno alcali, ottenere delle sostanze solide colorate, nelle quali, per quanto si lasciano studiare con difficoltà, è stata dimostrata la presenza di una maggiore o minore quantità di ossigeno aggiunto o in qualsiasi modo combinato all'acido titanico.

È questo il primo caso, (se si eccettuano gli esperimenti poco concordanti sul cerio) in cui si è tentato di ottenere dagli elementi del gruppo IV del sistema di Mendelejeff ossidi superiori alla forma RO^2. Che questi dovessero essere instabili e che il più alto di loro, il TiO^3 (quando ne sia accertata l'esistenza), debba possedere proprietà molto diverse dagli acidi della forma RO^3 poteva prevedersi dalla posizione che il titanio occupa nella serie 3ª del sistema periodico:

.... Ti, V, Cr

vale a dire che per arrivare al cromo si deve passare per il vanadio la cui forma superiore d' ossidazione fin qui conosciuta e capace di dar sali è V^2O^5. È noto che i vanadati si colorano in rosso anche essi coll'acqua ossigenata; lo studio di questa reazione rivelerà forse l'esistenza dei perossidi più stabili di quelli di titanio e si avrà così il passaggio da questo al cromo.

Intorno alla Sezione geologica scoperta al Tavolato sulla via Appia-nuova nella costruzione del Tramway per Marino. Memoria del Socio G. PONZI, con una Nota dell'ing. R. MELI sulle fenditure delle mura del Panteon

letta nella seduta del 7 maggio 1882.

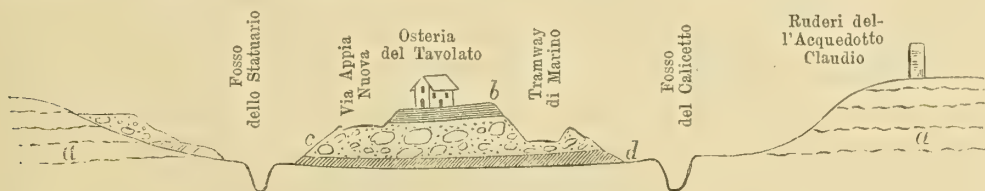
A circa cinque chilometri da Roma, a sinistra della via Appia nuova che trascorrendo il territorio latino conduce ad Albano, sulla sponda sinistra del fosso detto del Calicetto, eretta sopra un banco di conglomerato vulcanico, trovasi l'osteria del Tavolato che prende il nome dalla contrada. Questo luogo si distingue dal circostante paese, per essere sparso di grossi massi erratici rotondati e differentissimi, però tutti di lave derivate dalle eruzioni dei prossimi crateri latini, ad eccezione di una che per propria fisonomia si manifesta di provenienza diversa. È questa una lava di color bigio ceruleo-chiaro con frequenti granellini di Haüyna azzurra, tutta seminata di cristalli di leucite bianca vetrosa, grossi fino a 3 centimetri di diametro, e di piccoli cristallini di augite, che si rinvengono tanto nella sostanza contenente, quanto in inclusioni nelle leuciti contenute. Tale lava, conosciuta fino dai tempi di Brocchi e di Riccioli, che io chiamerei Leucitofiro haüynico, si è sempre mantenuta problematica o d'incognita origine, finchè nel 1877 il prof. Strüver avendone fatta accurata analisi petrografica, oltre i minerali sopraindicati vi rinvenne altresì la sanidina, sostanza feldspatica straniera ai vulcani del Lazio. Fu allora che entrai in sospetto, quella lava potesse derivarci da un qualche sbocco vulcanico di più antica data, probabilmente contemporaneo ai crateri cimini, poi ricoperto e nascosto dalle posteriori deiezioni laziali. La quale teorica, sebbene io abbia avuto il piacere di vedere abbracciata da altri, tuttavia mi sembra prudenza attendere ulteriori osservazioni per poterla con sicurezza proclamare.

Intanto abbiamo fatto un altro passo nelle cognizioni geologiche e nella storia dei vulcani laziali; avvegnachè nel costruire il nuovo tramway che da Roma conduce a Marino, un taglio rasente all'Osteria del Tavolato ha messo allo scoperto una speciale ed interessante sezione geologica da richiamare la nostra attenzione. Il mio amico ingegnere Basilici che dirige il lavoro, conoscendo di quanto utile sarebbe per la scienza lo studio di quelle stratificazioni, prima di distruggerle, non mancò darmene avviso perchè la scoperta non andasse perduta. A tale effetto il giorno 1 aprile corrente insieme al mio assistente ingegnere Meli, al prof. Keller e al dott. Mengarini, accedetti sul luogo, e fatte le opportune indagini, trovammo che quella sezione si compone della seguente scala.

Sorge dal suolo per l'altezza di 20 centimetri una sabbia giallastra con lapilli, ciottoletti calcarei, misti a cristallini di augite e leucite ad angoli rotondati per attrito sofferto.

Sovraincombe a questa un altro banco della potenza di 2 metri di scaglie di lave parimenti ad angoli logorati, legati da poca cenere analoga a quella dei peperini, le quali sono estratte per servire di pietrisco nella costruzione della via. In seno a questo deposito si trova rimescolata una gran quantità di quelle stesse masse di lava che si osservano sparse sulla superficie del suolo, della grossezza da un uovo di gallina fino ad 8 metri cubi, similmente rotondate per attrito. Laonde dalla riunione di tanti diversi elementi risulta un conglomerato vulcanico, di cui per brevità diamo il catalogo in fine della presente scrittura. Su questo banco venne eretta l'Osteria del Tavolato.

Finalmente sopra di questo ricorre un altro letto di 40 centimetri di spessore costituito da sabbie biancastre o giallastre alquanto indurite per pressione, seminate di rari cristalli di leucite vetrosa, come si notano in tutte le circostanti pianure.

Ora, se poniamo mente ai materiali diversi di cui risulta il conglomerato; al logoramento degli angoli degli elementi costituenti; e alla loro giacitura, non può farsi a meno di giudicar quei depositi come materiali raccolti per via, convogliati e distesi lungo il cammino percorso da una corrente d'acqua, e di tale forza da trasportare grosse e pesantissime masse. Ed ecco venir fuori un problema per sapere quale sia stata quella fiumana, e in quale epoca sia corsa, poi colmata, scomparsa e dimenticata. Per età e per causa di salute, non potendo più io battere la campagna come faceva in altri tempi, il mio assistente Meli volentieri ne prese l'impegno, ed istituite le necessarie ricerche, ecco quali ne furono i risultati.

a — Ceneri e materiali vulcanici piovuti sulle pianure laziali.
b — Ceneri e sabbie trasportate dalle acque.
c — Strato di scaglie laviche e blocchi erratici, arrotondati pel trasporto.
d — Sabbie incoerenti di trasporto con augite e leucite.

Primieramente ne fece una sezione geologica perchè servisse come punto di partenza o capo saldo alle osservazioni da istituirsi. Questa venne diretta da N. E. a S. O. traverso l'Osteria del Tavolato, come si vede nell'annesso diagramma, per la estensione di metri 350. Vi si osservano le valli dei due fossi moderni, a sinistra quello dello Statuario, a destra l'altro chiamato del Calicetto, prima della loro riunione, dopo la quale prendono il nome di Acqua Santa. Sulla prominenza intercorrente fra quei due torrenti trovasi la via Appia nuova, con l'osteria del Tavolato, e dietro questa il tramway ora in costruzione. Lo spazio fra i due fossi è costituito dalle materie di trasporto, ossia dal conglomerato caotico su cui si notano i segni della colmatura dell'antica corrente della quale restano le vestigie in ambedue i fossi attuali.

Dopo queste osservazioni il Meli risalì tanto lo Statuario quanto il Calicetto dietro la traccia che gli segnavano i grossi massi di lava sparsi sulla campagna, indicanti il cammino dei conglomerati; ma giunto al ponticello della vecchia strada di Marino scomparvero nè più si poterono seguire. Questo però non gli bastò, perchè insieme al prof. Keller, presso la stazione ferroviaria di Ciampino rinvenne di nuovo i grossi massi di lave, non solo sparsi sul suolo, ma altresì in posto, compresi nei depositi di ceneri, come pure alla stazione di Frascati. Di più alla trincea della Ferrovia in prossimità della colonnetta del XV chilometro, si notò un conglomerato analogo a quello del Tavolato, però con prevalenza di ceneri. Come altresì presso la Mola dei Covoni, si vide un leggiero strato del medesimo pietrisco con massi erratici. Ma queste osservazioni non possono somministrarci idee sicure sul corso dell'antica corrente ricercata; imperocchè si è veduto che coll'andare dei tempi l'idrografia di quella contrada si è notevolmente cangiata.

Ritornato l'ingegnere Meli al Tavolato per seguire a valle il cammino dei conglomerati, questi comparvero di nuovo lungo la sponda sinistra del fosso di Acqua Santa, poi in quello della Caffarella, indicando che l'antica corrente continuava, come i fossi moderni, col fiume Almone, per gettarsi nel Tevere dopo il ponte della Moletta sulla Via Ostiense. La Geologia adunque ci dimostra che quella contrada, certamente per una estensione non minore di 2100 metri, fu percorsa da un' ampia fiumana, la quale poi scomparve e l'alveo fu obliterato.

Sorgono ora due quesiti riferibili al quando, e alla causa di quel fenomeno. Quanto al primo, considerando che l'alveo colmato scoperto al Tavolato è superficiale e scavato sulle ceneri piovute al finire delle eruzioni vulcaniche laziali: considerando che fra le roccie erratiche si rinvengono masse di peperini che circondano il cratere di Albano: considerando che la corrente fu capace di trasportare grosse e pesanti rocce: considerando in fine anche la sua scomparsa, ne viene la conseguenza che la detta fiumana dev' essere corsa in epoca moderna, vale a dire posteriore alla formazione dei peperini che sotterrarono la necropoli di Albalunga, sotto la dominazione latina, e derivata da un avvenimento di natura vulcanica, cessato il quale, scomparvero e la fiumana e la fossa da essa scavata.

Se ciò è verosimile, alla soluzione dell'altro quesito conviene rivolgere le indagini onde conoscere l'avvenimento da cui furono prodotti i conglomerati ora scoperti. E quì conviene osservare che non potendo la geologia somministrarci altre positive notizie, trattandosi di cose moderne, subito ci si affaccia alla mente quel fenomeno riferito dagli antichi cronisti, e da me anche accennato nella storia dei vulcani laziali, del debordamento del lago albano sotto Roma repubblicana.

Narrano Dionisio d'Alicarnasso e Tito Livio, scrittori delle cose romane, che nell'anno di Roma 355, si raccontavano molti prodigi; ma il pensiero di tutti fra gli altri era principalmente rivolto a questo, che il lago della selva albana era cresciuto fuor dell'usato, senz'acqua del cielo, ovvero, altra cagione che togliesse la meraviglia. Onde furono mandati ambasciatori all'oracolo Delfico per intendere quel che gli Dei per ciò significassero. Riferiscono inoltre essere scritto nei libri fatali, e così contenersi nella disciplina etrusca, che quando l'acqua del lago albano crescesse, allora, se i Romani con religioso modo la vuotassero, sarebbe loro conceduta

la vittoria di Vejento, e che avanti che ciò fosse fatto, gli Dei non abbandonerebbero le mura di quella città. Per le quali cose fu allora decretata l'apertura dell'emissario, per mezzo del quale i Romani fissarono il livello delle acque onde liberarsi dai danni di un'insolita alluvione.

Il prodigio così esposto dagli antichi cronisti io credo che possa essere meglio riferito da noi, cioè con miglior cognizione di causa di quello che essi avrebbero potuto fare.

Si sa oggi da tutti e con più certezza che la vita dei vulcani laziali declinava ai tempi primitivi di Roma, e che le ultime eruzioni di lave, secondo la narrazione di Livio, si compirono dal cratere del monte Pila, sotto il regno di Tullo Ostilio. Le quali facendosi sempre meno intense e più rare si convertirono in pioggie di ceneri, scomparse poscia ancor esse restando in fine tremende commozioni telluriche, onde si compì l'ultima fase vulcanica che in via di estinzione dura ancora, accennando che, quel fuoco sotterraneo sarebbe pronto a risuscitare qualora venisse richiesto dalla economia planetaria. Tali sono i terremoti ai quali si devono attribuire le vaste demolizioni di pareti, che dilatarono sempre più i crateri dei laghi Albano e Nemorense, la Vallericcia e il laghetto di Turno, per cui fu sfigurato il sistema vulcanico laziale.

Prima che le acque dei laghi latini, fossero fissate per opera umana ad un livello costante, doveano andar soggette ad oscillazioni interpolate, cioè a piene ed a magre, in ragione delle acque cadute all'intorno, e forse il lago albano era in gran piena quando un gagliardo terremoto fece cadere quella porzione di ciglio, che più depressa ora si fa rimarcare sopra la città di Marino, di modo che improvvisamente venne aperto un emissario naturale alle acque che impetuosamente si gettarono sulle esterne pendici del cono vulcanico. Così una ingente massa di acqua, scorrendo libera sul suolo, forse fu la causa dell'alveo che l'ingegnere Basilici ha messo allo scoperto sotto l'osteria del Tavolato. La nuova via restata aperta alle acque, avrà eziandio prestato il suo ufficio nelle successive escrescenze massime e straordinarie del lago.

È naturale che quelle acque sfrenate dovessero arrecare danni gravissimi alle coltivazioni delle soggette campagne. Laonde i Romani ad evitare tutti gli ostacoli che per fatto di uomini avrebbero potuto incontrare, fecero intervenire anche gli Dei per mandare ad effetto il progetto dell'apertura di un cunicolo attraverso una fiancata del gran bacino, perchè servisse di emissario stabile e fissasse il livello delle acque, restando tuttora esempio delle loro maravigliose intraprese. Difatti il lavoro fu incominciato nell'anno 356 di Roma, e in men di due anni, attraversato il monte, le acque furono condotte a sboccare nel luogo denominato le Mole per dare origine al Rivo Albano.

Scomparse le eruzioni ignee, i terremoti restati seguitarono sempre ad avere il loro centro d'irraggiamento sismico nella parte craterifera del Lazio; ma la loro intensità venne lentamente scemando fino a raggiungere i tempi che tuttora corrono. Se si faccia un confronto fra gli sprofondamenti che s'incontrano su quelle colline, i vasti diroccamenti delle roccie di peperino, e lo stesso fenomeno del debordamento del lago albano, coi terremoti moderni, e con quei tremiti sotterranei che

delicati istrumenti del prof. M. S. De Rossi rendono sensibili; facilmente si comprende che la vita vulcanica laziale cammina sempre verso la sua estinzione. Noi siamo soliti incolpare le vandaliche incursioni del medio evo della demolizione e scomparsa dei monumenti della romana magnificenza; ma, se ci facciamo a considerare che niun interesse poteano avere quei barbari alla distruzione degli edifizi, salvo il saccheggiare tutto ciò che di prezioso vi si conteneva; se si consideri la fatiscenza istessa prodotta dal tempo, e il modo della loro caduta; se si consideri che scrittori di ogni età non mancarono di registrare i più disastrosi terremoti avvenuti nei secoli passati nelle nostre contrade; certamente saremo portati ad attribuire anche a questi la più gran parte delle vaste distruzioni dei monumenti innalzati sopra un suolo vulcanico, soggetto ad essere malmenato dalle forze sovversive di un'agitata natura. Una parte del Colosseo fu distrutta dal terremoto, e sontuose fabbriche scomparvero, non restando che miserabili avanzi per dimostrare la loro solidità e il loro prisco splendore. Il famoso Panteon e le annesse terme innalzate da M. Agrippa nella più grande epoca dell'impero romano, che oggi con tanto zelo sono restaurate per ordine del Ministro della pubblica istruzione, ci dànno il più grande esempio della verità che ora accenniamo. Il rotondo edificio e le contigue muraglie innalzate con quella impareggiabile solidità da servir di modello nell'arte di fabricare, trovansi solute di continuità da varie fenditure che le attraversano in tutta la loro grossezza. Incaricato da me, l'ingegnere R. Meli di esaminare tali lesioni, onde indagarne l'origine me ne diede esatta relazione che riferisco come un allegato in fine della presente Memoria. Da tale analisi pertanto risulta che la parte posteriore del gran cilindro, è verticalmente percorsa dalla principal fenditura in tutta la sua altezza, nella coincidenza dell'abside, che nell'interno della chiesa è aperta in grossezza del muro, e come punto di minor resistenza. Questa spaccatura torna a mostrarsi, nei cassettoni della volta nell'interno della chiesa fino all'apertura centrale che serve a dare luce, la quale fenditura venne stuccata in tempi recenti. Nel rimanente della volta corrispondente all'arco di fronte del medesimo edificio, parimenti come la parte più debole, si fa di nuovo vedere la fenditura per compiere tutta la circonferenza dell'edificio.

Sebbene sul pavimento a livello dell'antico piano stradale, che intercede fra il tempio e le contigue terme, non si veda il proseguimento di quella fenditura, forse per essere stati rimossi i lastroni; tuttavia nell'esedra della sala delle terme, in coincidenza si vede continuare attraverso i muri per indicarne il proseguimento. Da ciò si deduce che tanto il tempio quanto le annesse terme sono percorse da una linea fratturale appariscente specialmente, sui punti di minor resistenza nella direzione da N. a S. con una declinazione di 6.° verso E., avvertendo che sul piano di frattura non si rimarca alcuno scorrimento di pareti o faglia.

Altre crepature in numero di cinque rinvenute nell'edificio del Panteon sembrano indipendenti dalla principale, perchè in genere sono tutte convergenti al centro, ad eccezione di una ad occidente, la quale taglia ad angolo retto la longitudinale che abbiamo descritta.

Da questa disposizione di fenditure mi sembra non errare se attribuisco a due cause diverse quelle soluzioni di continuità: le laterali al semplice assestamento dei

muri: e la longitudinale all'effetto di un azione naturale poderosissima, alla quale andò soggetto tutto il suolo romano nel decorso dei passati secoli. Io voglio accennare a qualcuno di quei tremendi terremoti residuali del vulcanismo laziale a cui abbiamo attribuito il deperimento della più gran parte dei monumenti ereditati dagli avi nostri. A questa ragione mi spinge la concordanza colle fratture che attraversano la crosta terrestre nel bacino di Roma, percorse dalle onde sismiche e specialmente con quella che insieme al corso del Tevere attraversa la città nella stessa direzione, determinate da me ([1]) e dal prof. M. S. De Rossi ([2]) il quale ne ha dimostrate le più strette relazioni colla più gran parte dei terremoti moderni.

Cotesta spiegazione mi sembra la migliore e la più semplice che possiamo dare alle fenditure presentateci dal Panteon, perchè concordanti con tutti gli altri fatti che verifichiamo nello studiare le cause della fatiscenza degli antichi edifici, derivate in fine dal gran periodo vulcanico a cui andò soggetta l'Italia centrale.

Peraltro non ci dobbiamo mai scordare che nuove osservazioni potrebbero meglio rischiarare i concetti, modificare e correggere i giudizi emessi, e così completare le cognizioni precedentemente acquisite. Laonde mi lusingo che i lavori di ferrovia che si andranno ad intraprendere nelle contrade del Lazio coll'apertura di nuove trincee non poco contribuiranno a confermare o a condannare le dottrine ora regnanti.

Ringrazio frattanto gli ingegneri Basilici, e Meli della loro opera prestata con tanto impegno nella redazione della presente Memoria, rendendosi così benemeriti del progresso scientifico nella nostra patria comune.

Catalogo delle rocce erratiche rinvenute nel conglomerato su cui venne eretta l'osteria del Tavolato sulla via Appia nuova, scoperto nei lavori del Tramway per Marino.

1. Lava grigio-chiara alquanto porosa, piena di grossi cristalli di leucite vetrosa bianca, che racchiudono inclusioni di piccoli cristalli di Augite; contiene altresì granuli di Haüyna azzurra, e Sanidina.

Lo Strüver, nell' analisi petrografica, che ne fece, vi rinvenne per la prima volta il feldspato vitreo, o Sanidino; il quale ha dato il sospetto che questa lava possa essere stata eruttata da un qualche cratere anteriore ai vulcani laziali, contemporaneo ai Cimini.

2. Lava compatta sparsa di bolle allungate e stirate nella direzione della corrente, seminata di grossi cristalli di Augite e qualche leucite bianca vetrosa.

3. Lava leggermente scoriacea, cristallina con grossi cristalli di Augite, e rare leuciti.

4. Lava compatta, bollosa, le cui cavità sono in parte tinte in giallastro da materia ferruginosa, in parte di colore grigio ceruleo.

([1]) Ponzi, *Dei Monti Mario e Vaticano, e del loro sollevamento.* — Atti della r. Accademia dei Lincei serie 2ª, tom. II, 1875.

([2]) M. S. De Rossi, *Le fratture vulcaniche laziali, e i terremoti del gennaio* 1873. — Atti dell'Accad. pont. dei nuovi Lincei. Anno XXXVI. Sessione II.

5. Lava compatta minutamente granulare di color bruno rossastro, a frattura scagliosa, con cristalli mediocri di leucite vetrosa bianca e qualche lamina di mica dorata.

6. Lava basaltina compatta grigio-cenere, ripiena di piccole cavità tappezzate di zeoliti.

7. Lava, ruvida al tatto per minutissime cavità, sparsa di leuciti vetrose e grosse Augiti.

8. Lava spugnosa alquanto alterata, composta quasi per intero di minutissime leuciti strette fra loro.

Questo leucitofiro è comunissimo presso Rocca di Papa, e in altri luoghi sul monte laziale ove si trova in posto.

9. Leucitofiro a minuti elementi simile al precedente, disseminato di vari cristalli di Augite, alquanto alterato.

10. Lava granulare bigio nerastra con grossi cristalli di leucite vetrosa, e un pezzo di roccia Haüynica, bianca ed azzurra.

11. Lava compatta a grani minuti di color cenerino-bruno macchiata di bigio, seminata di piccole leuciti.

12. Lava porfiroide, augitofiro, con qualche leucite.

13. Lava scoriacea ruvida nero-brunastra, con piccoli cristalli di leucite alterati.

14. Lava granulare compatta grigio scura, con grandi cristalli di leucite vetrosa.

Sembra identica a quella del numero 11, ma senza macchie.

15. Lava sperone, granulare, giallastra.

Sembra analogo a quello del Tuscolo.

16. Peperino a grandi elementi, con Augite, mica e leuciti disseminate.

Somiglia ai peperini di Albano, o a quelli di Marino che si cavano per usi edilizi.

18. Conglomerato litoide o roccia erratica a grossi elementi vulcanici, con pezzi di lave angolose, scorie e frammenti di calcarie farinose e cristalline, cristalli di leucite, augite ecc.

19. Conglomerato di lapilli con frammenti di lave diverse e ciottoletti calcarei.

20. Massa erratica di calcare saccaroide bianco-candida.

21. Massa erratica di piccole leuciti, mica bruna e dorata, e qualche cristallo di augite cementati da cenere.

22. Conglomerato di lapilli con pezzi di lave, ciottoletti rotondi di calcare, e piccole masse erratiche di roccie leucitiche, augitiche, micacee, un pezzo di marna cotta, color mattone.

(Allegato)

Nota sulle fenditure del Panteon.

Accettato con piacere l'incarico conferitomi dall'onor. senatore prof. G. Ponzi, di esaminare la grande fenditura che si osserva nella parte posteriore del Panteon, e di riferirgliene, mi sono condotto sul luogo, e gentilmente accompagnato dal sig. ing. Domenico Marchetti ho preso i seguenti appunti.

La maggior fenditura, tra quante si vedono nei muri di quell'importante edificio, si trova nella parte posteriore del tempio, e giace per tutta la sua altezza, presso a poco in un piano verticale, che, prolungato, colla sua direzione riesce diametrale al tempio, e normale alla fronte dell'edificio.

Il piano di rottura coincide in quel punto, con una delle sezioni di minima resistenza presentata verticalmente dai muri di cinta, giacchè l'anello murale è appunto in quel luogo indebolito per il vano dell'abside, ricavato nella grossezza della muratura.

La fenditura si mostra a livello dell'antico piano stradale, e senza interruzione, giunge fino alle mensole che sorreggono i lastroni del cornicione esterno. È impedito dalla copertura di piombo, che riveste la superficie esterna della calotta, di vedere l'andamento della fenditura nella cupola. Nell'intrados di questa non si scorge la fenditura a prima vista, ma, osservando minutamente, si rimarcano alcune piccole crepature nei cassettoni superiori all'abside, le quali sono dirette secondo le linee meridiane della volta. Inoltre, nella parte superiore interna della volta presso la grande apertura circolare, possono benissimo rimarcarsi le traccie della fenditura, la quale mostra di essere stata stuccata in tempi assai recenti [1].

La fenditura traversa la massa murale, e si osserva nell' intrados dell' abside, e, quantunque nascosta dai marmi che incrostano le pareti interne del tempio, viene esattamente indicata dalla rottura del cornicione di marmo, che in quel punto è ripreso, e sostituito, per una limitata lunghezza, in gesso.

La medesima fenditura traversa il frammento di volta a botte, che si vede all'esterno, addossata al Panteon nella sua parte posteriore. Siccome questa volta cilindrica è disposta colle sue generatrici rettilinee parallele alla fronte del portico, ed il piano di lesione riesce, come ho detto già, normale a tale fronte, così esso taglia questa volta secondo la sua direttrice circolare. La larghezza della fenditura, a $2^{m}00$ sul pavimento dell'androne terreno, ricavato tra il Panteon ed il muro dell'esedra della grande sala delle terme, ora messa allo scoperto, è di $0^{m}03$. La lesione non prosegue nel lastrone di travertino, che trovasi in quel punto sul pavimento del citato corridoio, ma si ripresenta per consenso, ed in scala ben minore, nel prossimo muro dell'esedra della sala delle terme, e lo traversa da parte a parte, non giungendo però molto al di sopra del piano del pavimento. Nel muro semicir-

[1] Eugenio IV verso il 1435 restaurò la volta emisferica, che, secondo parecchi scrittori, per vetustà e per i terremuoti minacciava rovina; ma io suppongo che la crepatura della volta sia stata stuccata sotto Benedetto XIV, quando si eseguirono nel Panteon parecchi restauri, e fu imbiancata la volta, della qual cosa, come riferisce De la Lande (*Voyage en Italie.* 3me édition. Géneve 1790. — Ved. vol. III, p. 500) gli artisti di quel tempo si lamentavano, giacchè coll'avervi dato il bianco ritenevano che si fosse diminuita la maestà dell'edificio, e l'intonazione o l'accordo di colore tra le diverse sue parti.

colare dell'esedra si ritrovano altre linee di rotture, le quali però, col loro andamento dimostrano chiaramente che non hanno niente a vedere colla grande fenditura, ma furono causate da cedimenti prodotti forse dal peso dei nuovi muri costruitivi, qualche secolo fa, per uso della sagrestia.

Devo anche notare che a livello del pavimento dell'androne menzionato tra il Panteon e l'esedra, si osserva nel muro del Panteon una piccola linea di frattura o strappo, in prossimità della grande lesione, che riesce obliqua alla verticale, e però inclina verso di quella.

A livello del pavimento dell'ambiente, coperto dalla volta cilindrica sopraccennata, lo spessore della fenditura è di 0^m 08, ed è importante d'avvertire che quivi si verifica la maggiore distanza negli orli della lesione. La misura fu presa ove i lembi della crepatura non furono toccati o guastati, giacchè per un certo tratto la lesione fu riempiuta molto malamente, in tempi moderni, come può vedersi al di sopra del piano, che trovasi superiore alla volta dell'esedra. I filari orizzontali dei mattoni ricorrono sui due margini della rottura; non si scorge quindi scorrimento lungo la frattura. Sull'arco della grande porta d'ingresso della Chiesa, havvi una linea di crepatura, la quale traversa il muro in grossezza, ed è connessa colla grande fenditura, trovandosi nella stessa direzione di questa, e sullo stesso piano diametrale.

La direzione del piano di rottura nel muro posteriore è presso a poco il N. S. della bussola; più esattamente la direzione della fenditura devia verso E. di un piccolo angolo che in media appena raggiunge i 6°. Ammettendo ora per la declinazione magnetica di Roma il valore approssimato di 11° 18′ Ovest ([1]), l'angolo della frattura posteriore col meridiano astronomico sarebbe di 5° 18′ O.

Accennerò finalmente che, osservando la mole rotonda, esterna del Panteon, vi si notano nella sua parte cilindrica, cinque altre crepature, però solo una di queste giunge sino al piano antico stradale. Questo crepaccio trovasi dal lato occidentale dell'edificio, nel punto, cioè, in cui la via della Rotonda riesce tangente alla curvatura del fabbricato. Tale crepatura si troverebbe presso a poco in un piano normale a quello della maggiore lesione.

Avuto riguardo alla distribuzione delle lesioni, al loro andamento, possono essersi anche prodotte o per assestamento della massa murale, o meglio per cedimento causato col volgere dei secoli, dalle acque del sottosuolo.

Del resto per emettere un più fondato giudizio sulle cause che possono avere prodotto le maggiori lesioni nei muri del Panteon, sarebbe necessario di studiare accuratamente una ad una, tutte le crepature, misurarle, notarne la loro direzione, rilevarne il loro andamento, e coordinarle fra loro. Lo che non ho potuto eseguire in una semplice ispezione sul luogo.

([1]) Il valor medio della declinazione magnetica, determinato dal Keller nel 1877 è di 11° 53′, 4 Ovest (Ved. Keller F., *Sulla variazione secolare della declinazione magnetica di Roma.* — R. Accad. Lincei, Serie 3ª, Vol. II, Classe di scienze fisiche ecc. 1878). Calcolandone la variazione annua dal 1877 in poi, si può ritenere probabile il valore odierno di 11° 18′.

Studî sui composti della serie del Pirrolo.

III.ª Memoria di G. L. CIAMICIAN e M. DENNSTEDT

approvata per la stampa negli Atti dell'Accademia
nella seduta del 25 giugno 1882.

---

1. Azione dell'etere clorocarbonico sul composto potassico del pirrolo.

In una Nota preliminare presentata a quest'Accademia nello scorso gennaio abbiamo accennato alla possibilità d'introdurre il gruppo « $CO - OC_2H_5$ » al posto del potassio nel gruppo imidico del pirrolo, e d'ottenere poi una urea corrispondente. Ora vogliamo esporre più estesamente questa reazione e descrivere dettagliatamente i nuovi composti che da essa provengono.

L'azione dell'etere clorocarbonico sul composto potassico del pirrolo è troppo violenta se il reattivo non è diluito con etere anidro. Noi abbiamo trattato il composto pirrolpotassico colla quantità calcolata di clorocarbonato etilico diluito col doppio volume di etere anidro. La reazione incomincia subito spontaneamente manifestandosi coll'ebollizione del liquido, ma cessa dopo pochi minuti; bisogna riscaldare a b. m. ancora per due ore per rendere completa la doppia scomposizione.

Finita la reazione si depone in fondo al pallone un liquido pesante assieme al cloruro potassico e ad un poco di rosso di pirrolo. Si distilla l'etere ed il clorocarbonato d'etile a b. m. e si tratta il residuo con acqua. L'olio, colorato in bruno e più pesante dell'acqua, viene separato da questa mediante un imbuto a robinetto, seccato con cloruro di calcio e distillato. Incomincia a bollire a 120° ma il termometro sale continuamente e rapidamente fino a 181°, mantenendosi costante intorno a 180.°

È molto facile di separare dopo due o tre distillazioni una frazione che passa costantemente fra 179 e 181.° Il punto d'ebollizione del nuovo corpo è 180° ad una pressione di 770^{mm}. È un liquido oleoso quasi insolubile nell'acqua, più pesante di questa, alla quale comunica il suo odore, che è aggradevole e ricorda quello degli eteri composti. Esso è molto rifrangente, perfettamente incoloro, e si mantiene tale all'aria ed alla luce; dopo qualche tempo però prende un coloramento giallo bruno. L'acido cloridrico lo resinifica e gli alcali bollenti lo scompongono.

Questo nuovo composto è come apparisce dall'equazione seguente:
una

« *Tetroluretana* »

chiamando « Tetrolo » il residuo « C_4H_4 ».

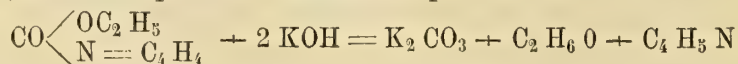
Ciò è dimostrato dall'analisi seguente, e dal suo comportamento verso la potassa o la barite bollenti.

0,2533 gr. di materia dettero 0,5594 gr. di CO_2 e 0,1518 gr. di OH_2.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_7H_9NO_2$
C	60,23	60,43
H	6,65	4,43

Bollendo la sostanza descritta con una soluzione di potassa o di barite, si ottiene alcool etilico, carbonato potassico o baritico e pirrolo.

$$CO\begin{cases} OC_2H_5 \\ N = C_4H_4 \end{cases} + 2\,KOH = K_2CO_3 + C_2H_6O + C_4H_5N$$

Questa reazione serve a distinguere la tetroluretana del suo isomero, l'etere etilico dell'acido carbopirrolico.

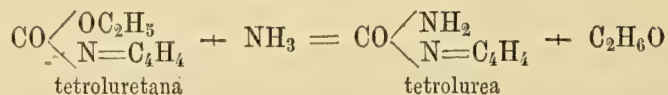
Oltre alla tetroluretana non si formano altri composti per l'azione dell'etere cloro-carbonico sul composto potassico del pirrolo. La parte dell' olio che distilla sotto ai 180° è piccolissima e soltanto intorno ai 140° si è potuto raccogliere una piccola quantità d'un liquido che si è visto essere dell'etere carbonico che era contenuto nel clorocarbonato etilico da noi impiegato.

Da 25 gr. di composto pirrolpotassico abbiamo ottenuto 6 gr. di tetroluretana purissima.

2. Azione dell'ammoniaca sulla tetroluretana.

La costituzione della tetroluretana viene pure confermata dal suo comportamento verso l'ammoniaca. Si ottiene come era da prevedersi

« *La tetrolurea* »

$$\underset{\text{tetroluretana}}{CO\begin{cases} OC_2H_5 \\ N=C_4H_4 \end{cases}} + NH_3 = \underset{\text{tetrolurea}}{CO\begin{cases} NH_2 \\ N=C_4H_4 \end{cases}} + C_2H_6O$$

Diffatti, riscaldando la tetroluretana in tubi chiusi con ammoniaca per 4 ore a 110° avviene la reazione indicata dell'equazione.

L'olio si scioglie completamente nell'ammoniaca e svaporando il liquido contenuto nei tubi a b. m. si ottengono dei cristalli incolori della tetrolurea. Per purificare il nuovo composto, si scioglie in acqua bollente nella quale è facilmente solubile, e per raffreddamento si ottengono delle pagliette incolore fondenti a 167°-168.° Si possono facilmente ottenere dei cristalli più grossi svaporando lentamente una soluzione alcoolica. La tetrolurea è volatile e sublimabile. — Essa è isomera alla carbopirrolamide che fonde a 172.°

L'analisi diede i seguenti risultati:

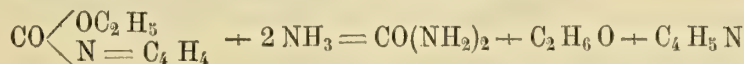
I. 0,2215 gr. di sostanza dettero 0,4397 gr. di CO_2 e 0,1102 gr. di OH_2

II. 0,1444 gr. di materia svolsero 31cc. d'azoto misurati a 12° e 763,75mm.

In 100 parti:

	trovato I	trovato II	calcolato per $C_5H_6N_2O$
C	54,14	—	54,54
H	5,52	—	5,45
N	—	25,59	25,45

Riscaldando la tetroluretana con ammoniaca in tubi chiusi fino a 130° non si ottiene più la tetrolurea ma bensì urea, pirrolo ed alcool.

$$CO\begin{cases}OC_2H_5\\N=C_4H_4\end{cases} + 2\,NH_3 = CO(NH_2)_2 + C_2H_6O + C_4H_5N$$

3. Azione del bromuro allilico sul composto potassico del pirrolo.

Nel nostro intendimento di dare un quadro possibilmente completo dei derivati del pirrolo, abbiamo voluto esperimentare l'azione dei radicali organici alogenati non saturi sul composto pirrolpotassico, ed a tal uopo abbiamo scelto il bromuro allilico.

Questa sostanza non agisce a temperatura ordinaria che molto lentamente sul composto potassico del pirrolo, ma basta riscaldare lievemente a b. m. perchè incominci una vivissima reazione accompagnata da forte sviluppo di calore, in modo che il nuovo corpo che si va formando viene subito distrutto.

Per evitare tutto ciò si fa agire la quantità teorica di bromuro d'allile sul composto pirrolpotassico diluendo il primo con un volume eguale di etere anidro. La reazione non avviene che a b. m. e si compie dopo due o tre ore di ebullizione.

Distillando l'etere e trattando il residuo con acqua si ottiene un olio, che viene scacciato con vapor acqueo e seccato con cloruro di calcio.

Non si può distillare il nuovo corpo a pressione ordinaria perchè si scompone quasi totalmente; esso distilla però senza alterarsi a pressione ridotta. A 48^{mm} passa quasi totalmente a 105.°

Il nuovo corpo è realmente *l'allilpirrolo,* come lo dimostra la seguente analisi, nel quale naturalmente il gruppo allilico deve essere attaccato all'azoto:

$$« C_4H_4 = N - C_3H_5 »$$

0,3056 gr. di materia dettero 0,8784 gr. di CO_2 e 0,2427 gr. di OH_2.

	trovato	calcolato per C_7H_9N
C	78,38	78,50
H	8,73	8,41

L'allilpirrolo è un olio incoloro o colorato lievemente in giallo, che si altera facilmente all'aria e diventa bruno resinificandosi parzialmente.

Esso ha un odore speciale che ricorda quello dei derivati allilici. Non ha proprietà alcaline distinte. È quasi insolubile nell'acqua, ma dà come il pirrolo un precipitato bianco colla soluzione acquosa di cloruro mercurico. Si scioglie nell'acido cloridrico con coloramento rosso, senza resinificazione, ma però diluendo la soluzione con acqua si ottiene un precipitato fioccoso simile al rosso di pirrolo. La soluzione nell'acido cloridrico dà col cloruro di platino un precipitato amorfo, giallo, che si annerisce dopo poco tempo.

4. Azione del jodio sul composto potassico del pirrolo.

Circa due anni or sono (¹), l'uno di noi accennò che pel trattamento del composto pirrolpotassico col bromo sciolto nell'etere si ottiene un composto bromurato cristallizzato in aghi. Volendo ora riprendere queste ricerche non ci è stato possibile

(¹) Monatshefte für Chemie, Vienna I, 629.

di procurarci quantità sufficienti di questa sostanza per la grande difficoltà di trovar un solvente pel bromo che non abbia azione anche sul composto potassico del pirrolo ([1]). L'etere viene intaccato troppo fortemente dal bromo ed i prodotti che si formano agendo sul composto potassico del pirrolo lo resinificano.

Facendo agire i vapori di bromo a temperatura ordinaria direttamente sul composto potassico del pirrolo, si sviluppa acido bromidrico, ma non si ottiene che una massa verde nerastra quasi totalmente carbonizzata.

Ci siamo risolti perciò di studiare l'azione del jodio sul composto pirrolpotassico, potendo in questo caso impunemente impiegare l'etere come solvente dell' alogeno.

Le nostre esperienze ci hanno dato buoni risultati e noi crediamo che il nuovo composto ottenuto non sia privo d' interesse per la chimica del pirrolo.

Per preparare questa sostanza si opera nel seguente modo: si pone la combinazione del pirrolo col potassio ridotta in finissima polvere in una serie di palloni in porzioni di 10 gr. per uno (è vantaggioso di non prenderne di più), assieme a circa 100 cc. di etere anidro, e si aggiunge a poco a poco una soluzione di jodio nell'etere. La soluzione si scolora subito in principio, verso la fine dell'operazione bisogna aspettare qualche minuto acciocchè avvenga la scolorazione. È da notarsi che bisogna evitare di aggiungere un forte eccesso di jodio, anche potendolo correggere con nuove quantità di composto pirrolpotassico; questa precauzione ha una grande influenza sulla purezza del prodotto, perchè l'eccesso di jodio resinifica subito il pirrolo che si repristina nella reazione.

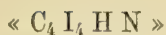
Si continua ad aggiungere jodio fino che il colore della soluzione anche aspettando circa 10 minuti indica la presenza di un piccolo eccesso del medesimo. Ad operazione terminata tutto il composto potassico del pirrolo si è trasformato in joduro di potassio e la soluzione eterea, che contiene il nuovo corpo, ha un colore giallo bruno che è però ben distinto da quello della soluzione eterea del jodio, in modo che è abbastanza facile di trovare il punto che segna la fine dell'operazione.

Non è necessario nè vantaggioso di filtrare la soluzione eterea dal joduro potassico, si distilla l'etere a b. m. e si tratta il residuo che è formato di joduro potassico, pirrolo e della nuova sostanza, con alcool bollente e carbone animale. Il liquido filtrato è giallo bruno e viene versato in molt'acqua. Si ottiene un precipitato giallognolo o bruno, fioccoso col quale si ripete questo trattamento fino che perde la tintura giallastra e diventa quasi bianco. Sciogliendolo nell'alcool bollente, dopo averlo disseccato fra carta, si ottengono per raffreddamento piccoli prismetti, appiattiti, aggruppati, d'un colore giallo-bruno, che si fanno cristallizzare ripetutamente dall'alcool bollente per renderli perfettamente puri.

È da notarsi che questa sostanza è abbastanza stabile allo stato di massima purezza, non ostante che il prodotto greggio si scomponga molto facilmente. Svaporando la sua soluzione alcoolica a secchezza a b. m. esso si scompone violentemente emettendo vapori di jodio e trasformandosi in una massa carbonosa. Ciò segue pure talvolta seccando il composto greggio nel vuoto sull'acido solforico.

([1]) Anche il solfuro di carbonio agisce sul composto pirrolpotassico; è nostra intenzione di studiarne l'azione.

Il nuovo corpo ha la formola

« $C_4 I_4 H N$ »

come si rileva dalle seguenti analisi:

I. 0,4269 gr. di materia dettero 0,1290 gr. di CO_2 e 0,0100 gr. di OH_2.

II. 0,8211 gr. di materia dettero 0,2500 gr. di CO_2 e 0,0167 gr. di OH_2.

III. 0,1680 gr. di sostanza diedero 0,2761 gr. di Ag I.

IV. 0,2280 gr. di sostanza diedero 0,3752 gr. di Ag I.

In 100 parti:

	trovato				calcolato per $C_4 I_4 H N$
	I	II	III	IV	
C	8,24	8,30	—	—	8,40
H	0,24	0,23	—	—	0,17
I	—	—	88,81	88,93	88,96

e deve riguardarsi come un

« *Tetrajodopirrolo* »

che si formerebbe dal composto potassico del pirrolo secondo la seguente equazione:

$$4\, C_4 H_4 N K + 4\, I_2 = 3\, C_4 H_5 N + C_4 I_4 H N + 4\, I K$$

La quantità di jodio impiegata corrisponde sufficientemente a quella richiesta dall'equazione. In quanto al rendimento, da 100 gr. di composto pirrolpotassico si ottennero 35 gr. di jodopirrolo quasi puro.

L'azione del jodio sul composto pirrolpotassico è simile, come si vede, a quella del jodio in presenza di acido jodico, ed in questo caso una parte composto potassico fa le veci dell'acido jodico, cioè di distruggere l'acido jodidrico mettendo il pirrolo in libertà.

Il Tetrajodopirrolo ha anche dopo numerosissime cristallizzazioni un colore giallo bruno e si ottiene dall'alcool in forma di bellissimi prismi splendenti, appiattiti, aggruppati, lunghi parecchi millimetri. Esso è quasi insolubile nell'alcool freddo, ma vi si scioglie facilmente a caldo, è pure molto solubile nell'etere e nell'acido acetico glaciale, ma è affatto insolubile nell'acqua e negli acidi. — Non si può determinare il suo punto di fusione perchè si scompone parzialmente prima di fondere verso i 140°-150.° Riscaldato bruscamente sulla lamina di platino fonde ma nel tempo stesso si scompone con una leggera deflagrazione, emettendo vapori di jodio e lasciando un aureola di carbone. Esso è un po' volatile ed il suo vapore come pure la sua soluzione alcoolica bollente hanno un odore particolare.

Il jodopirrolo perfettamente puro può venire bollito con acqua senza scomposizione. Bollendolo con acido cloridrico s'annerisce, l'acido prende un coloramento giallo e poi verde, e si sviluppa jodio.

La sua soluzione alcoolica dà con quella del nitrato argentico un precipitato bianco che s'annerisce istantaneamente; colla soluzione alcoolica di cloruro mercurico non si ottiene un precipitato ma solamente una colorazione verde.

Lasciando svaporare lentamente la soluzione alcoolica che depose per raffreddamento i cristalli già descritti, si ottengono talvolta delle squamette o lamine quadrate pure d'un colore giallo bruno. Queste squamette hanno però lo stesso comportamento dei prismi già descritti e sono probabilmente l'istessa sostanza. Ciò venne pure confermato dall'analisi:

I. 0,3764 gr. materia dettero 0,1216 gr. di CO_2 e 0,0133 gr. di OH_2
II. 0,0801 gr. di sostanza diedero 0,1305 gr. di Ag I.

In 100 parti:

	trovato I	trovato II	calcolato per $C_4 I_4 H N$
C	8,81	—	8,40
H	0,39	—	0,17
I	—	88,05	88,96

Per dimostrare la presenza di un atomo d'idrogeno nel tetrajodopirrolo non basta naturalmente solo l'analisi, perchè la quantità di acqua che si forma nella combustione entra già nei limiti degli errori.

Noi abbiamo da prima tentato di ottenere un composto acetilico del tetrajodopirrolo, ma bollendo quest'ultimo con anidride acetica ed acetato sodico, o solo con anidride acetica, si sviluppa jodio e si forma probabilmente l'acetilcomposto d'un monojodopirrolo, come lo accenna l'analisi seguente.

0,2300 gr. di sostanza dettero 0,1756 gr. di CO_2 e 0,0390 gr. di OH_2.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_4 I H_3 N . C_2 H_3 O$
C	29,52	30,64
H	1,88	2,55

Facendo agire il potassio od il sodio metallico sul tetrajodopirrolo in soluzione di toluene, non si ottiene un composto col metallo, perchè questi distruggono il jodopirrolo.

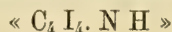
Si può però ottenere facilmente un composto potassico o sodico del tetrajodopirrolo, sciogliendo quest'ultimo in alcoolato potassico o sodico oppure in potassa o soda alcoolica. — Il tetrajodopirrolo che è insolubile nella potassa acquosa si scioglie facilmente a freddo in potassa alcoolica, e da questa soluzione l'acqua non precipita più il jodopirrolo, come lo fa dalla soluzione alcoolica ordinaria.

Svaporando l'alcool, si ottiene un residuo bianco e cristallino che si scioglie completamente nell'acqua. Trattando questa soluzione con un acido, oppure facendovi passare una corrente di anidride carbonica si riottiene il tetrajodopirrolo inalterato come lo dimostra la seguente analisi. Anzi questa reazione può servire come modo di purificazione del jodopirrolo.

0,4940 gr. di materia dettero 0,1546 di CO_2 e 0,0264 gr. di CO_2.

	trovato	calcolato per $C_4 H I_4 N$
C	8,53	8,40
H	0,59	0,17

Il composto che si ottiene per azione del jodio sulla combinazione potassica del pirrolo è dunque molto probabilmente un tetrajodopirrolo della formola:

$$« C_4 I_4 . N H »$$

ed il jodio entrando nel nucleo del pirrolo dà all'idrogeno del residuo imidico proprietà debolmente acide. Il tetrajodopirrolo ha perduto completamente le proprietà leggermente alcaline del pirrolo, acquistando invece un carattere simile a quello dei fenoli.

Noi continueremo lo studio di questo corpo facendovi agire l'anidride nitrosa.

Fenomeni prodotti dall'applicazione della corrente elettrica sulla dura madre e modificazione del polso cerebrale. Ricerche sperimentali sull'uomo del dott. EZIO SCIAMANNA

colla collaborazione di G. MINGAZZINI studente di medicina.

Memoria approvata per la stampa negli Atti dell'Accademia
nella seduta del 25 giugno 1882.

(Con una tavola)

PARTE PRIMA

SPERIENZE CON LA CORRENTE ELETTRICA APPLICATA SULLA DURA MADRE

I. Cenni storici del soggetto sul quale ho sperimentato [1].

Ferdinando Rinalducci di 49 anni carrettiere, cadde da cavallo ai 20 febbraio 1882 riportando una ferita alla testa, che non gli tolse l'uso della coscienza; però il malato avvertì, come egli dice, un intormentimento nell'arto superiore di sinistra. Potè tuttavia giungere a Viterbo, e dipoi a Roma, all'ospedale della Consolazione, ove fu costatata una frattura del parietale destro, che reclamò, dopo alcuni giorni, la trapanazione del cranio. Furono così allontanate alcune scheggie libere in prossimità del segmento sferico operato dal trapano.

Nel giorno in cui vidi il malato (25 marzo 1882) questi si trovava in condizioni generali assai lodevoli; la temperatura era normale, non presentava nulla a carico delle funzioni cerebrali. Fu diretto l'esame obbiettivo esclusivamente alla località.

La circonferenza della testa misura millimetri 548; la curva antero-posteriore misurata dalla bozza occipitale alla radice del naso mm. 340; la curva trasversa da un forame auditivo all'altro mm. 350; il diametro antero-posteriore mm. 190; il diametro trasversale massimo mm. 149. L'apertura (vedi fig. 1) situata in corrispondenza del parietale destro è oblunga, col suo diametro massimo inclinato sopra un piano orizzontale di circa 40°. Essa presenta posteriormente un bordo circolare fatto dal trapano e nel resto un bordo ellittico, che superiormente sormonta con un gradino l'apertura del trapano. Il diametro massimo misura mm. 35, il diametro perpendicolare a questo misurato nella massima larghezza dell'apertura è di mm. 25; il diametro verticale massimo è di mm. 30 circa. In essa possiamo distinguere un bordo antero-superiore, ed un bordo postero-inferiore. Il limite dell'apertura

[1] Debbo alla cortesia del prof. Filippo Scalzi, al quale rendo pubbliche grazie, se ho potuto utilizzare per ricerche fisiologiche il caso presente.

anteriormente è distante dall'arcata orbitaria mm. 105, misurati sopra una linea parallela alla grande curva e che passa pel terzo esterno dell'arcata orbitaria; all'interno è distante 40 mm. dalla linea mediana; all'esterno è distante dal forame auditivo mm. 102, misurati in una linea verticale; posteriormente è distante da una curva parallela alla grande curva trasversale e che passa per le apofisi mastoidi mm. 20.

La dura madre stava in condizioni sensibilmente normali, povera di granulazioni; però un secreto purulento, che si depositava nelle parti più declivi, andava di giorno in giorno scollandola dal cranio, di modo che con lo specillo si poteva penetrare verticalmente in basso per circa 6 cent. Nella figura 1 è indicato con una linea punteggiata, il limite dello scollamento, quale si è potuto constatare sul cadavere.

II. Metodo e processi di sperimentazione.

Per la lesione ossea e per lo scollamento subìto, una buona parte della dura madre potea facilmente raggiungersi, ed attraverso ad essa cercai in diversi punti eccitare la corteccia cerebrale. Il mezzo di eccitazione, al quale si potea pensare d'innanzi ad un caso, che chirurgicamente decorreva assai bene, non era che l'elettricità, tanto più che è noto, come la corteccia cerebrale non risponda ad altri stimoli. Ho usato tanto la corrente faradica che la galvanica.

L'apparecchio faradico di cui mi sono servito, è il comune apparecchio di Gaiffe (corrente indotta piccolo modello) con pila di Marie Davy. Ho preferito l'uso delle applicazioni unipolari, poichè sperimentando al di sotto della teca ossea, e non potendomi servire di aghi per eccitatori, ponendo ambedue gli elettrodi sulla dura madre difficilmente sarei riuscito a pormi in buone condizioni affinchè in ogni esperienza venisse eccitata particolarmente un'area molto circoscritta. Nell'uso però della corrente faradica, debbo notare che, quantunque usando eccitatori umidi, quello applicato nella pelle (bregma o sterno) era sempre mal sopportato pel dolore, se si usavano correnti piuttosto forti; e spesso le *grimaçes* che faceva il malato, ci impedivano di vedere esattamente, se si avevano contrazioni nella faccia.

L'apparecchio galvanico di cui mi sono servito è l'apparecchio Brassart a pile Smee. L'intensità della corrente generalmente usata era tale da sentirsi una leggiera scossa nella interruzione, applicati gli elettrodi sui polpastrelli del pollice e dell'indice; talora usammo anche correnti più forti. Nell'applicazione unipolare, l'eccitatore in comunicazione col polo positivo era di carbone, ricoperto di pelle di daino, di superficie circolare e del diametro di 40 mm. circa. L'eccitatore in comunicazione col polo negativo era ad oliva, ricoperto di pelle di daino, inumidito con acqua comune, del diametro massimo di circa $1/2$ cm. Questo eccitatore era fornito di un manubrio, munito di un interruttore a mano; era lungo e ricurvo, cosicchè poteva facilmente insinuarsi al disotto della teca ossea là dove la dura madre era scollata.

Con la corrente galvanica, ho tentato l'elettrizzazione unipolare, tenendo il polo positivo sul bregma, e lasciando scorrere il polo negativo su tutta la superficie della dura madre che si poteva raggiungere; essendomi accorto fin da queste esperienze preliminari che sulla dura madre scoperta vi avevano dei punti, la cui eccitazione ci si rivelava per movimenti nella faccia, nella testa e negli arti, mentre in

altri punti poteva lasciarsi passare lungamente la corrente, e potevano prodursi interruzioni frequenti senza avere altro effetto che il dolore nel punto ove era posto l'anode, pensai mettere entrambi gli eccitatori sulla dura madre senza però che cessasse così per le esperienze che faceva, il valore di eccitazione unipolare ai punti toccati dal catode. Ecco come procedeva.

Divisa nel suo mezzo l'apertura per una linea verticale, si potevano considerare nella dura madre sottoposta due zone, una anteriore nella quale, posti entrambi gli elettrodi di un apparecchio galvanico non si aveva nessun movimento nè alcuna sensazione, ed una posteriore nella quale si avevano movimenti del lato sinistro del corpo sia nella faccia che nella testa e nell'arto superiore. Posai allora l'anode nella porzione della dura madre più vicina al limite anteriore superiore dell'apertura, che era il punto anteriore e più lontano dalla linea di divisione delle due zone (fig. 1, punto A) e andai ponendo successivamente il catode in punti diversi nella zona posteriore; notando tutti i fatti che si determinavano durante il passaggio della corrente e nelle interruzioni.

L'esperienze furono praticate una volta dopo somministrata al malato una dose discreta di cloralio che però non produsse il sonno; le altre volte, senza preparare il malato con l'amministrazione di alcun farmaco. Egli rimase sempre tranquillo, e al di fuori del mostrarsi talora un po' annoiato, non manifestò mai alcuna sensazione spiacevole.

Per tema d'inquietare il malato e per non chiamare la sua attenzione sui movimenti che si producevano, e dei quali da principio pareva non s'accorgesse, evitai nelle prime sedute, di studiare l'influenza della volontà sui movimenti prodotti con l'eccitazione elettrica. Nelle sedute successive, furono anche trascurate queste ricerche, tra per la poca compiacenza del malato, tra per non prolungare soverchiamente le esperienze, mentre si voleva utilizzarlo ancora per le ricerche sul polso cerebrale; mi sento perciò scusato abbastanza di questa mancanza, tanto più se si consideri che in un ospedale non era lecito tener lungamente scoperta una ferita e che mi fu dato disporre di questo soggetto di studî appena per quattro giorni. In ogni caso si sarebbe dovuto vedere 1° quali differenze di sensazioni il malato provava nel prodursi dei movimenti simili per eccitazione della corteccia o per l'elettrizzazione nerveo-muscolare o muscolare; 2° fin dove poteva la volontà impedire od alterare i movimenti che si producevano.

III. Processi usati da altri in esperienze analoghe, e risultati ottenuti.

Prima di noi, esperienze di questo genere sull'uomo furono fatte solo da Bartholow (America) e da Barduzzi e Magi (Italia) in condizioni assai analoghe alle nostre, ma meno favorevoli. Bartholow (¹) nel 1874 sperimentò in una malata, in cui era scoperto il cervello per una certa estensione, in seguito ad ulcerazione cancerosa del cranio. La lesione era al livello del lobulo postero-parietale, ed egli si

(¹) Ferrier, *Les fonctions du cerveau*. 1878, p. 475; e Hammond, *Traité des maladies du système nerveux*. 1879, p. 320.

servì della corrente faradica; infisse nella sostanza cerebrale degli aghi per la profondità di circa un pollice e mezzo, e riuscì così a provocare movimenti convulsivi del braccio e della gamba opposti all'emisfero eccitato. Barduzzi e Magi ([1]) in un caso di perforazione del cranio per epitelioma a livello della regione parietale destra, applicarono la corrente faradica, ponendo i due eccitatori ad una brevissima distanza fra loro ed entrambi sul tessuto neoplasico della dura meninge; usando da principio correnti assai deboli, si spinsero poi alle più forti che poterono ottenere dall'apparecchio a slitta di Du Boys-Reymond; i loro risultati affatto negativi furono da essi attribuiti al fatto, che la dura madre era notevolmente ispessita dalla neoplasia.

Recentemente lo Charcot ([2]) sperimentando sulle isteriche durante il periodo letargico dell'ipnotismo, ha applicato sul cranio integro la corrente galvanica. Egli ha posto un elettrode sulla sommità del cranio a qualche centimetro fuori della linea mediana; e l'altra un po' al di sopra e dietro al padiglione dell'orecchio; ha ottenuto così movimenti delle membra o della faccia occasionati dall'interruzione della corrente, che alcune volte si sono verificati nel mezzo corpo opposto al lato del cranio ove era applicata la corrente (movimenti etero-laterali), e altre volte si producevano dallo stesso lato (movimenti omo-laterali).

Abbiamo voluto citare queste esperienze dello Charcot, poichè esse quantunque fatte in condizioni assai diverse, hanno però colle nostre una grande analogia e tutte insieme valgono come contribuzione alla fisiologia della corteccia cerebrale, tanto più che Charcot ha potuto sperimentalmente constatare sul cadavere che le eccitazioni galvaniche di una certa intensità applicate alla superficie del cranio si estendono fino all'encefalo ([3]).

IV. Risultati.

Con la corrente faradica, applicata nel modo sopra descritto, nell'elettrizzazione unipolare, tenendo l'eccitatore a larga superficie sul bregma e l'altro nel centro dell'apertura (punto B, fig. 1), non abbiamo ottenuto che movimenti di chiusura della bocca, i quali si effettuavano nel momento in cui venia chiuso il circuito. Durante il passaggio della corrente, si sentiva che ambedue i massateri erano tetanicamente contratti; talora anzi sembrò che quel di destra (dal lato cioè dell'emisfero eccitato) fosse più fortemente contratto dell'altro. Questi fenomeni, a carico dei movimenti della bocca si ripetevano costantemente in più sedute tenute in giorni diversi (25-26-27 marzo) sia ponendo l'eccitatore largo sul bregma, sia sullo sterno. Variarono solo di grado le contrazioni del massatere e scomparì la differenza di intensità di contrattura tra i due massateri, usando correnti più forti.

Facendo scorrere l'eccitatore posto sulla dura madre in punti diversi, anche situati sotto i bordi dell'apertura ossea, o non si ottenne nulla, o si ottennero i medesimi fenomeni, che presentarono sempre, per ogni intensità di corrente, il loro maximum nel punto sopra indicato.

([1]) Annali universali di medicina e chirurgia. 1878, parte originale, p. 389 e seg.
([2]) Progrès medical, janvier 1882 N. 2 e N. 4.
([3]) Progrès medical, janvier 1882 N. 4.

Con la corrente galvanica, servendomi dell'apparecchio sopra descritto, e applicando l'anode sul bregma, posai il catode successivamente in tutti i punti della zona che aveva trovata eccitabile, i quali poteano essere raggiunti dall'eccitatore ricurvo. Ogni volta che si ebbero dei risultati, si cercò di stabilire, tentando, il punto in cui essi verificavansi al maximum, tenendo nota però anche di quei punti, nei quali si verificavano de' movimenti benchè non al maximum. Così:

1° Applicando il catode nel centro dell' apertura nel punto B, (fig. 1) non si ottenne alcun fenomeno alla chiusura del circuito, come anche non se ne ottenne alcuno, ponendo successivamente il catode su tutti i punti, che poteano raggiungersi lungo una linea orizzontale che passasse pel punto B.

2° Applicando il catode successivamente in tutti i punti situati sopra una linea che tagli nel suo punto più basso il bordo inferiore della breccia; si ebbe che immediatamente sotto il bordo posteriore (C) si ottennero, nella chiusura del circuito, movimenti di elevazione della pinna del naso e del labbro superiore di sinistra, di retrazione in alto dell'angolo sinistro della bocca; i muscoli che si erano contratti alla chiusura, rimanevano per qualche tempo in uno stato di tonicità esagerata.

3° Applicando il catode successivamente in diversi punti d'una linea che tagli in un piano orizzontale l'apertura, al livello del limite anteriore del bordo circolare del trapano, si ebbe che, qualche millimetro posteriormente allo scalino che detto bordo fa con il resto dell'apertura (*d*) si produceano, nella chiusura, leggieri movimenti di abduzione del pollice.

In queste sperienze, nelle quali l'anode era situato sulla pelle, il malato accusava qualche sensazione nel punto toccato da esso; così, e per evitare tale inconveniente benchè lievissimo, e per potere usare correnti più forti ed offrire una minore resistenza alla tensione elettrica, lasciammo questo processo, ed entrambi gli eccitatori furono posti sulla dura madre, cambiando l'eccitatore largo in un piccolo eccitatore sferico di metallo, ricoperto di pelle di daino, delle dimensioni presso a poco dell'altro eccitatore; l'anode fu posto sempre nel punto *a* sopra notato.

I risultati furono i seguenti:

1° Applicando successivamente il catode lungo le stesse linee percorse con questo elettrode nelle sperienze precedenti, abbiamo potuto constatare che in C si verificavano gli stessi fenomeni, e che essi in quei punti si verificavano al maximum.

2° Sperimentando col catode sopra la linea orizzontale, che passa pel centro dell'apertura, abbiamo constatato che in un punto (E) situato qualche millimetro al di dietro del bordo posteriore, verificavansi, nella chiusura del circuito, movimenti di estensione della mano sinistra, sopratutto dei tre primi diti e dell'indice più che del medio; che si aveano leggieri movimenti di flessione dell'avambraccio, quivi al maximum; che venia contemporaneamente sollevato il sopraciglio.

3° Gli stessi movimenti dell'arto superiore si verificavano, ponendo il catode più in alto, in vicinanza del punto *d*, e ponendolo più in basso fino al punto *f* situato un paio di centimetri al disotto del punto E; in questo punto però il pollice era un pochino addotto.

4° Applicando il catode un centimetro e mezzo circa al disotto del punto *f*, e precisamente nel punto G, situato poco posteriormente alla E *f*, si ebbe, nella

chiusura, il maximum dei movimenti di rotazione del capo verso sinistra, di sollevamento del sopraciglio, dell'orbicolare delle palpebre, e movimenti della lingua che attraverso la bocca semiaperta si vedea scorrere leggermente sui denti con leggieri movimenti, come per essere tratta fuori dalla bocca e retratta.

I movimenti che abbiamo ottenuti con l'eccitazione elettrica dei punti notati sono stati pel modo come si presentavano sempre analoghi a quelli che si ottengono stimolando i muscoli con la corrente, solo potrebbe dirsi che essi erano più lenti.

Non abbiamo mai avuto movimenti coreiformi quali sono stati ottenuti da Bartholow, nè han presentato il carattere di scosse più o meno brusche come quelli che descrive Charcot nelle sue esperienze sulle isteriche.

I nostri movimenti sono stati costantemente del lato opposto all'emisfero sul quale agivamo.

V. Valore dei risultati.

Ora, perchè le nostre sperienze, che abbiamo ingenuamente descritte, abbiano un valore fisiologico, è necessario stabilire: 1° Se i fenomeni prodottisi per l'elettrizzazione dei singoli punti della dura madre erano dovuti all'eccitazione dei punti corrispondenti della sottoposta corteccia cerebrale. 2° Quali erano quei punti delle circonvoluzioni cerebrali, che corrispondevano ai singoli punti elettrizzati sulla dura madre; e dopo ciò vedere, quali relazioni esistano tra i fenomeni da noi ottenuti nell'elettrizzazione de' singoli punti della corteccia e i fenomeni ottenuti in ricerche analoghe fatte sull'uomo od altri animali. Finalmente 3° vedere se i punti della corteccia che nelle nostre sperienze si mostrarono efficacemente eccitabili, corrispondano o no a punti, l'alterazione o distruzione de' quali dia disordine od abolizione di quelli fenomeni di motilità che noi provocavamo.

Prima di tutto ciò, dobbiamo ancora una volta far rilevare, come dalle nostre sperienze anche quelle, nelle quali ambedue gli elettrodi erano posti sulla dura madre, avessero il valore di eccitazioni elettriche unipolari e ciò, sia perchè da sperienze precedenti era già stato solennemente provato, che quel punto della dura madre, nella quale era posto l'anode, era ineccitabile, nel nostro senso, o, per usare un linguaggio più esatto analogo a quello usato da Exner, era un campo d'eccitazioni latenti; sia perchè sappiamo che nella chiusura di un circuito elettrico, i fenomeni di eccitabilità si verificano specialmente al catode.

Relativamente alla prima questione, si può assolutamente stabilire il dilemma, che o que' fenomeni sono dovuti all'eccitazione dei punti della corteccia cerebrale sottoposti al catode, o essi sono l'effetto di eccitazione portata su parti lontane pel passaggio della corrente galvanica.

Non crediamo dovere neppure discutere, se essi potessero essere dovuti all'elettrizzazione della pelle, nei punti in cui l'anode era situato su questa, poichè gli stessi fenomeni si sono prodotti, quando i due elettrodi erano sulla dura madre, come anche non sarebbe serio pensare che potessero quei fenomeni essere l'effetto dell'elettrizzazione stessa della dura madre, che si presentò perfettamente ineccitabile allo stimolo elettrico in tutti gli altri punti, fuori che in quelli, ove anzi essa,

come risultò dall'autopsia, presentava alcune alterazioni sfavorevoli all'eccitabilità di un tessuto, favorevoli alla conducibilità elettrica.

Ora se que' fenomeni erano dovuti all'eccitazione delle parti sottoposte, possiamo facilmente escludere che fossero l'effetto dell'elettrizzazioni portate su parti lontane del cervello pel passaggio della corrente, poichè in questo caso, pel modo come in tessuti poco conduttori, si diffonde una corrente elettrica, sarebbe avvenuto che costantemente le stesse parti sarebbero state irritate, quando il circuito si fosse chiuso in punti diversi situati a piccola distanza tra loro, e noi invece ottenemmo fenomeni assai diversi per piccole distanze di positura del catode. D'altronde la somiglianza de' risultati da noi ottenuti con quelli che si sono ottenuti sugli animali per l'eccitazione diretta portata con gli aghi sulla polpa cerebrale scoperta, ci offrono un argomento più valido a posteriori, per considerare sciolta la questione.

Relativamente alla seconda questione, essa fu risoluta in una maniera esattissima dopo la morte del Rinalducci, che avvenne il giorno 29.

Prima di aprire la calotta, servendomi come mezzo di misurazione dello stesso eccitatore che avevo introdotto in vita, al di sotto dell'apertura cranica e servendomi di que' dati topografici, che abbiamo notati nella descrizione delle nostre sperienze, segnai sulla dura madre in nero i punti *a*, B, C, *d*, E, *f*, G.

L'autopsia fu eseguita il giorno seguente dal prof. Ettore Marchiafava, che dettò il reperto necroscopico.

Diagnosi anatomica. — Osteoflebite del parietale, ascessi metastatici de' polmoni, pleurite e pericardite suppurativa, trombosi della femorale sinistra.

Tralasciando il reperto delle altre cavità, riportiamo quello del cranio; l'osso parietale presenta una perdita di sostanza, di ferma ellittica, del diametro di 35 × 25 mm. I bordi di questa apertura si presentano irregolari, e la parte sottostante dell'osso scabrosa ricoperta di pus, il quale si vede invadere gli spazi midollari della diploe.

La dura madre sottostante presenta in presenza della suddetta apertura una superficie di color verdastro sporco, ricoperta d'un tessuto di granulazioni; in questa superficie sono state marcate delle macchie nere in corrispondenza dei punti eccitati. Messi degli spilli nel centro di ciascuna macchia, e sezionata la dura madre all'intorno della superficie granuleggiante, fu facile collocare gli spilli ne' punti corrispondenti della corteccia cerebrale sottostante. La meninge molle non presenta traccia alcuna d'infiammazione; è solo leggermente edematosa.

Tolto il cervello, fu immediatamente disegnato in tutte le sue particolarità, e indicando i punti corrispondenti alle spille, dall'egregio giovane di 6° anno sig. Giuseppe Guarnieri, alla cui gentilezza ed abilità dobbiamo la figura 2ª, che fu ripresa da una fotografia fatta in vita, e che rappresenta il cervello quale fu disegnato dal fresco.

Ora nell'indicare i punti delle circonvoluzioni, che corrispondono alle lettere indicate, per non fare inutili ripetizioni, faremo rilevare contemporaneamente quale relazione di sede esista tra que' punti, che nelle nostre sperienze rappresentano i centri corticali di certi tali movimenti e i centri corticali nelle scimmie di fenomeni simili od analoghi a quelli che abbiamo ottenuto.

VI. Conclusioni.

I punti nei quali noi abbiamo potuto ottenere isolati alcuni gruppi di movimenti sono B, C, E, G, nel primo dei quali, situato nel mezzo della frontale ascendente, abbiamo ottenuto (colla corrente faradica) la chiusura della bocca con contrazione di entrambi i masseteri; fenomeni che non si trovano nello schema di Ferrier sulle scimmie; però questo autore recentemente è riuscito a provocare nel cane e nel gatto dei movimenti analoghi mediante l'applicazione specialmente della corrente indotta nelle porzioni anteriori e basilari del cervello.

Citiamo queste osservazioni di Ferrier, poichè quantunque abbiano poco che fare colla nostra per ciò che riguarda la sede ove fu portato lo stimolo, hanno per noi una certa importanza non solo in quanto che questi fenomeni si mostrarono sui cani a preferenza colla corrente faradica, ma anche perchè nelle esperienze di Ferrier come nelle nostre i muscoli masticatori innervati dal trigemino per lo stimolo unilaterale del cervello si contraevano da ambo i lati.

In C situato nel terzo inferiore della parietale ascendente abbiamo ottenuto l'elevazione della pinna del naso e del labbro superiore, fenomeni identici a quelli che Ferrier ha ottenuto (elevazione dell'ala del naso e del labbro superiore) per l'eccitazione di un punto situato sensibilmente alla stessa altezza sulla vicina circonvoluzione frontale ascendente; e di più noi abbiamo nello stesso punto C contemporaneamente avuto la retrazione dell'angolo opposto della bocca, che ha ottenuto sulle scimmie Ferrier per l'eccitazione di un punto situato verso l'estremità inferiore della circonvoluzione parietale ascendente e precisamente in vicinanza del nostro C.

In E, situato nel solco post-centrale fra il terzo medio della parietale ascendente e il lobulo parietale inferiore, abbiamo ottenuto l'estensione di alcune dita, fenomeni che, quasi identici per forma e solo meno intensamente, si sono verificati in tutta l'estensione da *d* ad *f*, dei quali punti il primo è situato nella porzione inferiore del terzo medio della parietale ascendente in prossimità del solco di Rolando, ed *f* si trova nel lobulo parietale inferiore, nella parte anteriore della piega sopra marginale. Questi fenomeni, per ciò che riguarda i movimenti delle dita, li ha ottenuti Ferrier sopra una larga estensione della parietale ascendente, corrispondente presso a poco alla porzione di questa circonvoluzione compresa fra *d* e *f*; per ciò che riguarda l'estensione della mano, li ha ottenuti nella parte più elevata della circonvoluzione frontale ascendente al suo punto di congiunzione colla frontale superiore, e per ciò che riguarda la flessione dell'avambraccio li ha ottenuti nella frontale ascendente in vicinanza del ginocchio del solco antero-centrale, punto situato relativamente ad una considerevole distanza da E.

Di più noi abbiamo ottenuto in E l'elevazione del sopraciglio; movimento che in Ferrier non è notato in nessun punto.

In G, situato nella porzione posteriore della piega sopramarginale nel punto in cui questa si continua con la temporale superiore, abbiamo ottenuto la rotazione del capo verso sinistra; movimento che Ferrier ha ottenuto nelle scimmie contemporaneamente alla torsione degli occhi dallo stesso lato e alla dilatazione delle

pupille non che all'erigersi dell'orecchia, per eccitazione della circonvoluzione temporo-sfenoidale superiore.

Di più noi abbiamo ottenuto lo stesso sollevarsi del sopraciglio e movimenti nell'orbicolare delle palpebre, che nello schema di Ferrier non sono descritti; e movimenti di retrazione e prolazione della lingua, tenendo la bocca semiaperta, movimenti che Ferrier ha ottenuti per l'eccitazione della porzione inferiore della frontale ascendente al livello dell'estremità posteriore della terza circonvoluzione frontale e per conseguenza poco discosto dalla sede del punto G.

Da questa comparazione risulta chiaro come i nostri risultati siano assai vicini a quelli ottenuti dal Ferrier. Non vogliamo dare a questa osservazione un valore maggiore di quello che merita, ma una conferma delle esperienze di Ferrier sull'uomo nel quale i fatti patologici han fatto tanto comodo agli oppositori dell'esistenza dei centri corticali motori, crediamo possa considerarsi come un argomento non disprezzabile.

Ora vogliamo anche far rilevare come le nostre sperienze sull'eccitazione elettrica della corteccia cerebrale dell'uomo, nel campo limitato, nel quale abbiamo potuto sperimentare, vadano abbastanza d'accordo con l'esperienze delle distruzioni a focolai circoscritti della corteccia che la natura ci offre nei fatti patologici. Dall'importante lavoro di Exner [1] rileviamo come que' punti della corteccia, dall'eccitazione dei quali abbiamo ottenuti certi dati fenomeni di motilità, entrino generalmente nei campi corticali motori assoluti o relativi designati dall'Exner. Difatti movimenti dell'arto superiore li abbiamo ottenuti nei punti d, E, f, situati nella parietale ascendente, o nella metà anteriore dei lobuli parietali, campi relativi delle mobilità dell'arto superiore. Movimenti dei muscoli innervati dal faciale li abbiamo ottenuti nel punto C, situato nel terzo inferiore della parietale ascendente, campo relativo pel faciale. I movimenti del collo, che abbiamo ottenuti in G situato vicino alla parietale ascendente, hanno secondo Exner il loro campo relativo in ambedue le circonvoluzioni centrali e contorni; quelli dell'orbicolare delle palpebre e del sopraciglio che noi abbiamo ottenuto nello stesso punto G, sono dovuti al faciale del quale è un campo relativo la parte anteriore del giro sopramarginale vicinissimo cioè al nostro G. Per ciò che riguarda i movimenti della lingua e dei muscoli innervati dal trigemino, essi sono stati da noi ottenuti per eccitazione di punti che non sono compresi nei campi, secondo Exner, di questi movimenti. Ma notiamo che per la lingua, Exner non cita che un solo campo che si sarebbe potuto determinare col metodo positivo, che, secondo lui medesimo è il più incerto, e per ciò che riguarda i muscoli del trigemino, egli dice che per la pochezza de' casi, non è stata possibile alcuna esatta localizzazione.

[1] *Untersuchungen über die Localisation der Functionen in der Grosshirriende des Menschen.*

PARTE SECONDA

RICERCHE SUL POLSO CEREBRALE

I. Descrizione delle esperienze.

Nelle esperienze sfigmografiche che ho condotte non mi proponevo certamente la soluzione della questione generale se si danno cambiamenti di volume nel cervello. Una tale questione è stata già da lunga pezza discussa e per la storia rimandiamo il lettore al primo lavoro del Mosso [1] del quale mi sembra potere accettare le conclusioni: che cioè, non debba ammettersi nella cavità cerebro-spinale alcun grave ostacolo perchè nel cervello, come in ogni altro organo, si compiano quelle modificazioni di volume che sono l'effetto della respirazione e delle contrazioni cardiache.

Scopo delle mie esperienze era di studiare nell'uomo le alterazioni del polso cerebrale in quelle medesime condizioni in cui il Mosso [2] aveva sperimentato, e osservare quindi la natura e il grado delle alterazioni sfigmografiche che in quest'organo si producono per l'azione de' diversi agenti modificatori della circolazione in genere ed in particolare del circolo cerebrale.

Destinate così le mie esperienze a continuazione di quelle del fisiologo torinese, ho usato il suo stesso metodo; però le condizioni di Ferdinando Rinalducci, per ciò che riguardava l'opportunità di queste ricerche, non erano certamente così favorevoli come quelle di alcuni dei soggetti d'esperimento del Mosso.

Il mio soggetto aveva una apertura molto grande e di più era grandissimo lo scollamento della dura meninge come può vedersi nella tav. I, fig. 1. Quest'ultima circostanza specialmente era molto sfavorevole perchè venissero segnati coll'apparecchio grafico, del quale mi sono servito, i piccoli cambiamenti di volume del cervello. Poichè le piccole differenze di pressione che si producevano nell'aria contenuta nell'interno dell'apparecchio a cagione del rigonfiarsi o ridursi del cervello, essendo divise in una massa relativamente grande, non erano capaci di modificare considerevolmente la convessità della membrana del timpano a leva; tanto più che essa membrana, come mi accorsi fino dalle prime esperienze, era soverchiamente tesa; difetto che non credei opportuno di correggere per tema che venissero alterati i rapporti sfigmografici.

A scanso di ripetizioni descriverò brevemente l'apparecchio che potei alla meglio improvvisare per queste ricerche [3].

Per lamina di guttaperca mi servii di un cappelletto per capezzoli nella cui sommità era stato saldato un piccolo tubo di metallo del diametro di 8 mm.; per

[1] *Introduzione ad una serie di esperienze sui movimenti del cervello nell'uomo* (Arch. per le scienze med. Bizzozero, 1876-77).

[2] *Sulla circolazione del sangue nel cervello dell'uomo.* — R. Accademia dei Lincei (1879-80).

[3] Debbo ringraziare pubblicamente il prof. Moriggia che mi ha fornito il cilindro girante del quale non avrei potuto provvedermi altrimenti.

tamburo a leva usai il piatto di un stetoscopio di Königh, al quale, tolta una delle due membrane, aveva fatta saldare una lamina metallica. Una lunga leva leggerissima di ebanite poggiava sulla membrana elastica e ne seguiva i movimenti. La cavità di questo tamburo improvvisato, era mediante un tubo di gomma elastica direttamente in comunicazione col tubo piantato sul cappelletto. Questo, che aveva il diametro di circa $5\,{}^1/_2$ cent., veniva riscaldato alla lampada e quindi sovrapposto all'apertura cranica, e spalmato di grasso all'intorno. Al cilindro girante ho costantemente data la velocità di un giro intero in un minuto.

Nell'esporre le mie sperienze mi limiterò soltanto alla presentazione dei tracciati, ne mi permetterò alcuna interpretazione fisiologica [1]. Ciò farò in altri lavori successivi nei quali avrò cura di servirmi del diapason vibrante e cercherò di dare le misurazioni esatte delle curve sfigmografiche come ha fatto estesamente Karl May [2].

II. Risultati.

I tracciati che presentiamo sono stati raccolti in più sedute nei giorni 27 e 28 marzo nei quali la temperatura del nostro infermo oscillò fra 38, e 39, 5 e il numero delle pulsazioni (contate le grandi elevazioni che si ebbero in un minuto ossia in un giro intero del cilindro, nei tracciati sfigmografici del cervello) oscillò fra 90 e 110. La respirazione era corta specialmente addominale e prevalente dal lato sinistro del torace. Essa oscillò nelle epoche in cui sperimentammo fra 28 e 36, numero quest'ultimo che la sera del 28 fu oltrepassato.

È così che noi non possiamo offrire dei tracciati sfigmografici normali nello stretto senso della parola: crediamo però che non siano senza interesse i disegni del polso cerebrale febbrile, specialmente poichè i tracciati febbrili, raccolti quando non agivano in Ferdinando altre influenze, presentano dei caratteri costanti, che faremo rilevare.

Il polso raccolto in queste condizioni, stando il malato nella quiete e nella posizione orizzontale, sarà chiamato da noi polso *abituale*.

Nel dilucidare le differenze che abbiamo rilevate fra i singoli tracciati, useremo, come ha fatto il Mosso, la nomenclatura di Landois [3] col quale distingueremo nei tracciati sfigmografici il vertice della curva del polso, la porzione ascendente di detta curva e la porzione discendente.

I denti fatti dalle singole elevazioni della parte ascendente chiameremo elevazioni anacrotiche, ed elevazioni catacrotiche i denti che si trovano nella porzione discendente; così chiameremo col Mosso pulsazione anacrotica quella curva, che non presenta elevazioni se non nella porzione ascendente, pulsazione catacrotica, quella che presenta delle elevazioni solo nella porzione discendente, pulsazione tricuspidale

(1) Nutriamo fiducia di poter condurre altre esperienze, all'Ospedale della Consolazione ove l'abbondanza dei traumi ci è arra sicura che non mancherà un simile materiale di sperimentazione ed ove siamo certi di poterci servire di questo materiale per la gentilezza dei signori primari Laurenzi e Scalzi sempre desiderosi di favorire i progressi della scienza.

(2) *Uber die Bewegungen des menschlichen Gehirns* (Archiv für path. Anat. und Phys. von Virchow April 1882).

(3) Lehrbuch der Physiologie der Menschen. Wien 1879.

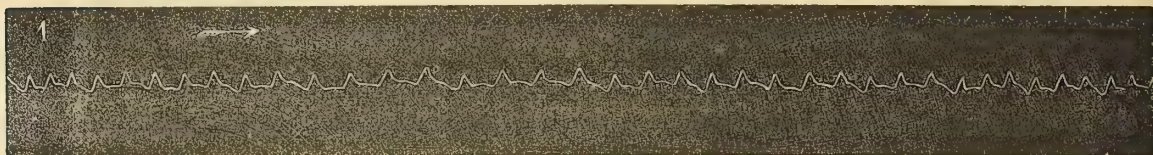
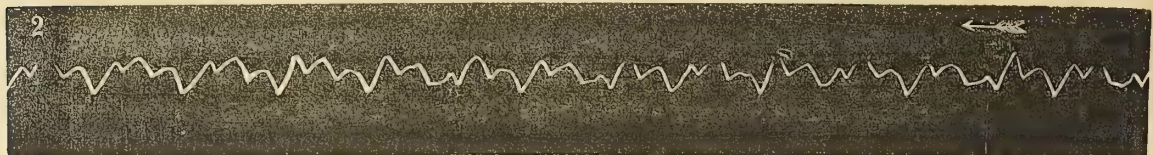
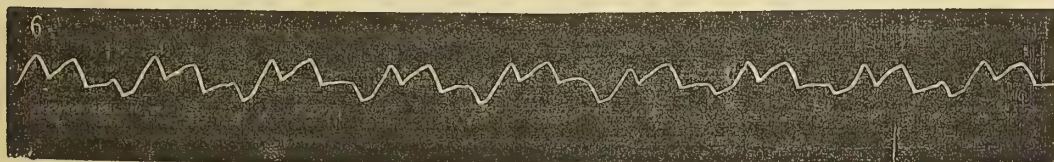
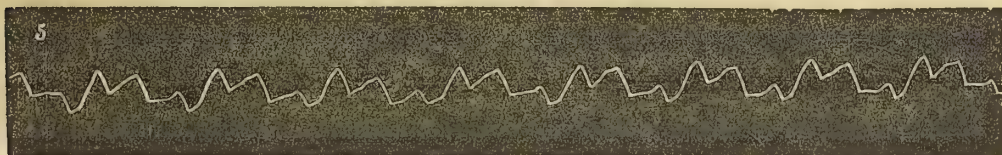
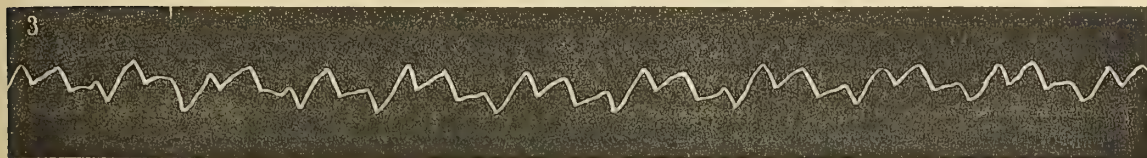
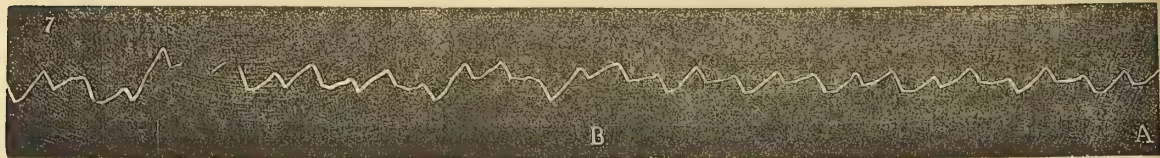
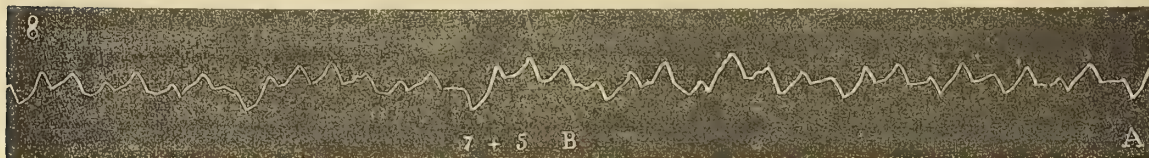
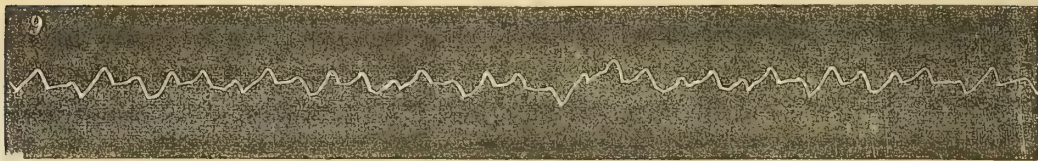
quella che ai lati del vertice presenta due elevazioni una anacrotica ed un'altra catacrotica. Accetteremo anche il nome che tutti intendono di elevazione dicrotica che Mosso vuol conservato invece di quello di elevazione di rimbalzo dato da Landois all'elevazione, che trovasi nel mezzo della porzione discendente della curva. Seguiremo Mosso anche nell'usare il segno S, per l'elevazione che comparisce tra quella del vertice e la dicrotica.

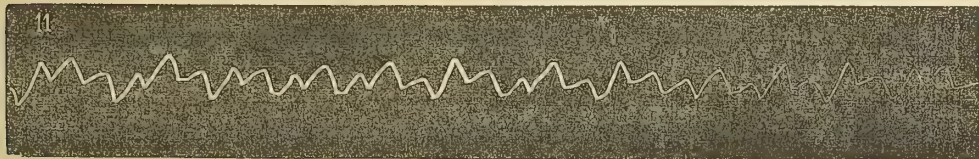
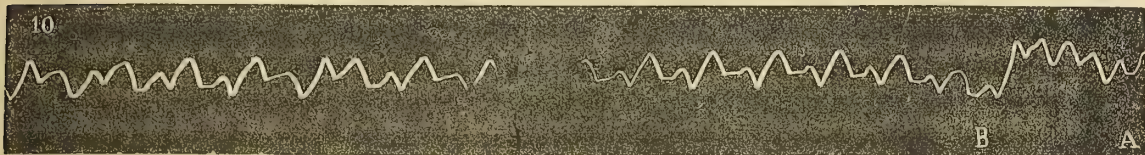
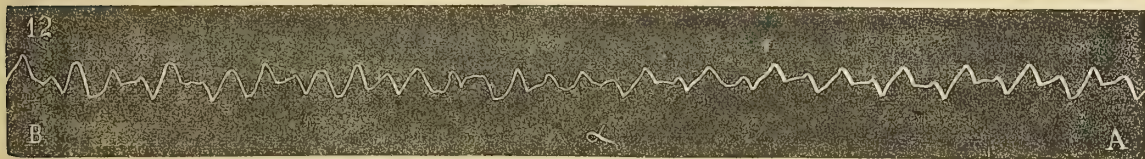
Avendo detto che le nostre sperienze sono destinate a continuazione di quelle del Mosso, dobbiamo dichiarar subito, che i nostri tracciati diversificano per alcuni caratteri costanti da quelli ottenuti da lui. Differenze costanti esistono 1° nell'altezza delle pulsazioni; 2° nella larghezza delle pulsazioni, cioè nella distanza tra i vertici di due pulsazioni vicine. Quanto a questa ultima differenza, se nel nostro tracciato i vertici delle pulsazioni sono più distanti tra loro di quello che fossero nei tracciati di Mosso, la ragione può trovarsi in una differente velocità del cilindro girante, la quale nelle nostre sperienze dovè essere maggiore. Relativamente pure alle differenze nell'altezza, non possono i nostri tracciati essere direttamente paragonati con quelli del fisiologo di Torino, poichè quelle differenze sono dovute in parte alle diverse resistenze degli apparecchi, in parte alle condizioni diverse dell'apertura cranica, o meglio alla quantità diversa d'aria, che era contenuta tra la cupola della placca di guttaperca e la superficie della dura madre, nei casi di Mosso e nel nostro. Alcune altre differenze costanti sono dovute a ragioni intrinseche al polso, per la febbre e, in genere, per le condizioni patologiche del nostro soggetto.

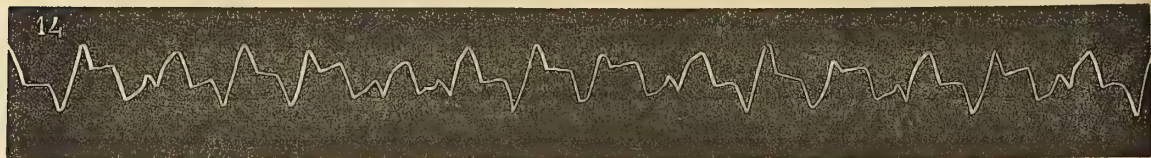
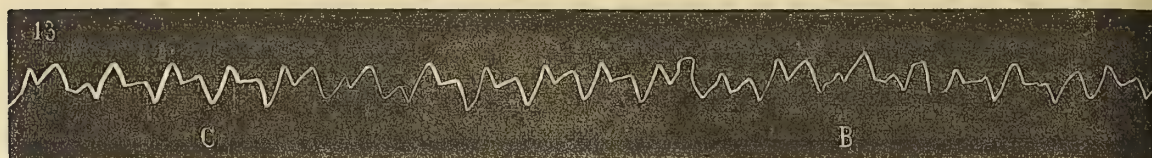
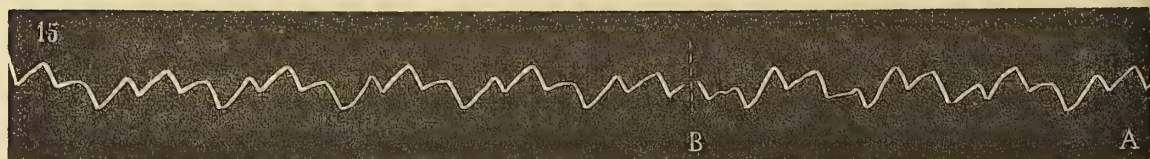
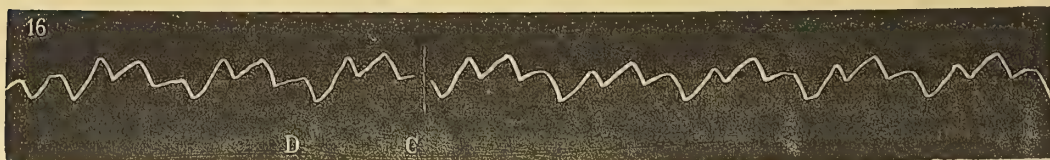
Ora passiamo alla descrizione delle figure che presentiamo nell'ordine più opportuno, per essere studiate insieme, senza tenere conto del giorno, in cui si sperimentò.

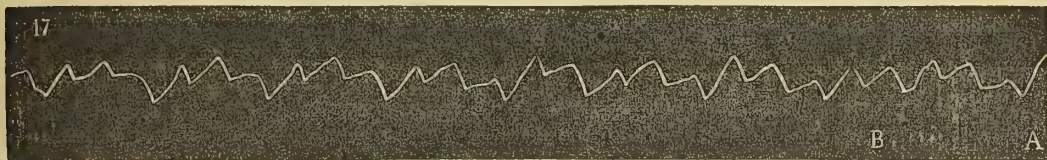
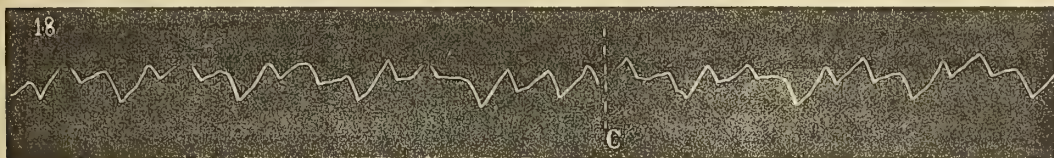
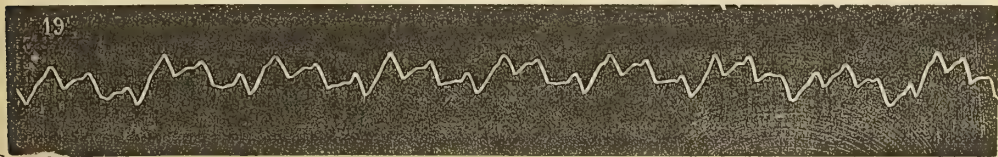
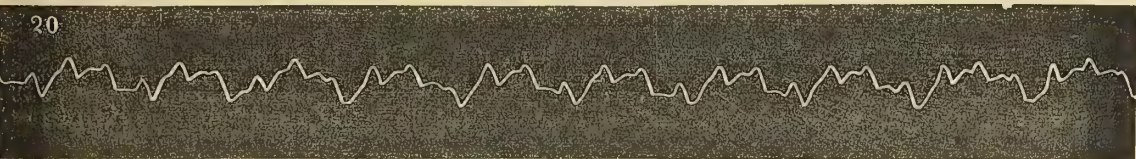
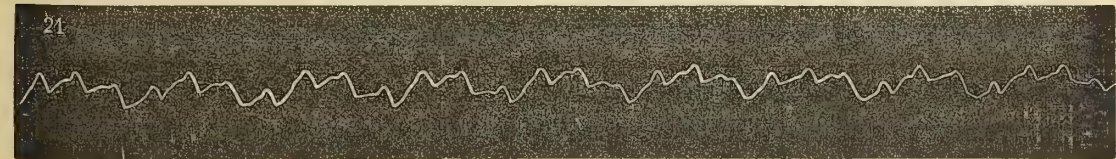
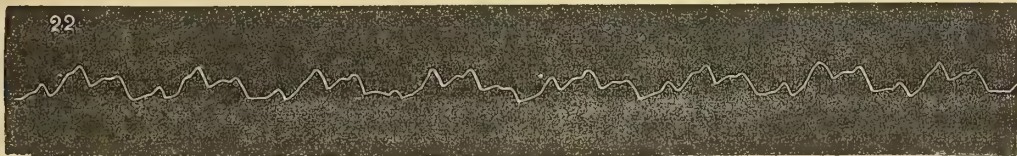
Per la fedeltà colla quale sono stati disegnati ed incisi i tracciati dichiaro che li ho fatti trasparire in gran parte avanti a me, esigendo che fossero esattamente riprodotte anche tutte le più piccole irregolarità proprie delle oscillazioni dovute alla elasticità della leva. Inoltre sono state riprodotte fedelmente le linee anche nella loro grossezza.

I nostri tracciati ad eccezione del primo avuto collo sfigmografo, debbono essere letti tutti da destra a sinistra, direzione indicata dalla freccia nella figura 2.

La figura 1 rappresenta un tracciato sfigmografico della radiale sinistra raccolto con lo sfigmografo di Marey.

La figura 2 rappresenta un tracciato abituale del polso cerebrale, raccolto pochi minuti dopo.

Le figure 3, 4, 5, 6, rappresentano il polso abituale raccolto la mattina del 28. (Nel giorno 27 s'incominciò fin dalla prima sperienza a studiare l'azione sul polso di diversi agenti, e non furono raccolti lunghi tracciati abituali; però quelle curve, che durante una sperienza furono segnate prima che potesse rilevarsi nel polso l'azione dell'agente usato, presentano gli stessi caratteri delle figure 3, 4, 5, 6). In esse il polso presenta nettamente la forma tricuspidale, nella quale l'elevazione anacrotica è assai minore della catacrotica, la quale ultima talora sormonta la mediana, formando così a dirittura una pulsazione anacrotica. In mezzo a queste pulsazioni tricuspidali, che talora dunque potrebbero chiamarsi piuttosto anacrotiche, di tanto in tanto si trovano delle pulsazioni risultanti d'una sola elevazione anacrotica, oltre quella del vertice. Qualche rara volta, oltre l'elevazione anacrotica costante si trova un tentativo di una 2ª elevazione anacrotica, talora raramente si vede un tentativo di un' elevazione che persisteremo a chiamare elevazione S, perchè sorge tra quella elevazione mediana, che ne' nostri tracciati è spesso la più elevata e ci ha autorizzato a chiamare tricuspidale il nostro polso, e la catacrotica: quantunque questo tentativo d'elevazione si possa vedere ancora in quelle pulsazioni, nelle quali, avendo l'elevazione catacrotica superato il vertice, abbiamo detto potersi chiamare anacrotiche.

Nella figura 7 è raccolto il polso cerebrale nelle condizioni suddette da A a B; in B il malato incomincia a parlare di cose indifferenti e non ha emozioni; il polso conserva il tipo tricuspidale, con quella varietà d'altezza delle 3 elevazioni, che abbiamo sopra notato, però sono un po' più alte le pulsazioni.

La figura 8 rappresenta, da A a B il polso abituale, mentre s'interroga il malato sulla sua età, sul giorno della sua nascita, sui suoi parenti, ed egli risponde di mala voglia. Questo polso conserva il tipo abituale, è generalmente tricuspide: di tanto in tanto presenta qualche pulsazione, nella quale è abolita l'elevazione catacrotica. In B si fa eseguire al malato mentalmente una somma di due numeri (7 e 5); egli stenta e il polso incomincia a presentare una discesa più forte, e quindi descrive una curva per due pulsazioni, la prima delle quali è tricuspide col tentativo di elevazione dopo l'elevazione anacrotica, e la seconda oltre questo medesimo tentativo presenta 2 elevazioni catacrotiche. In seguito il polso tende a ripigliare il tipo primitivo.

Nella figura 9 si raccoglie il polso subito dopo che il malato si è messo in quiete; il polso presenta i caratteri dell'abituale; prevalgono le pulsazioni tricuspidi, una delle quali in *a* presenta una discesa più forte.

Nella figura 10 si raccoglie il polso, mentre il malato è inquieto. In B esclama una bestemmia, quindi si va lentamente calmando. Da A a B non si vedono che elevazioni poco accentuate ed eguali che costituiscono una curva ascendente. Sarebbe difficile dire quante pulsazioni costituiscono. In B si osserva una profonda discesa, alla quale fanno seguito delle pulsazioni anacrotiche, risultanti di due elevazioni, la prima delle quali è assai più bassa della seconda; in seguito il polso si fa

abituale, col tipo di pulsazioni tricuspidali, e anacrotiche che si alternano, tipo che conserva in 11, con le sue caratteristiche abituali.

Prima di raccogliere la figura 12, si era applicata al malato la corrente galvanica al ganglio cervicale superiore (catode al ganglio). Si cercò di raccogliere il polso, che non presentiamo, perchè il tracciato è male riuscito. Alcuni minuti dopo, interrotto il circuito, seguitando a stare il malato semiseduto sul letto, sorretto da un inserviente e tenendo gli eccitatori applicati l'uno alla nuca e l'altro al ganglio, si raccoglie il tracciato sfigmografico da A a B. Il polso fino ad α è anacrotico, risultante di due elevazioni; talora dopo l'elevazione anacrotica, si presenta quel tentativo di elevazione altre volte notato. In α, senza che alcuna nuova condizione subentri (a meno che non si pensi alla probabilità, che nel tenere uno degli eccitatori sul collo venisse spinto troppo validamente e producesse una certa compressione sui vasi) si osserva che dopo un paio di pulsazioni anacrotiche, nelle quali le due elevazioni, l'anacrotica cioè e quella del vertice, sono quasi della stessa altezza, il polso si deforma.

Nella figura 13, è riportata una parte della figura precedente, per avere sott'occhio le differenze nella continuazione di questo tracciato. In B si chiude il circuito in modo che al ganglio cervicale superiore si trovi il catode. Ivi si osserva una pulsazione, risultante di due elevazioni pari di altezza, dopo di che succede una discesa più forte dell'ordinario, seguita da una pulsazione poco alta, risultante di due elevazioni, poco differenti fra loro per altezza; segue una pulsazione deformata, a formare la quale probabilmente influì un difetto nelle mobilità della leva. Quindi il polso torna ad acquistare i caratteri di quello abituale. In C si apre il circuito; non si osservano modificazioni notevoli.

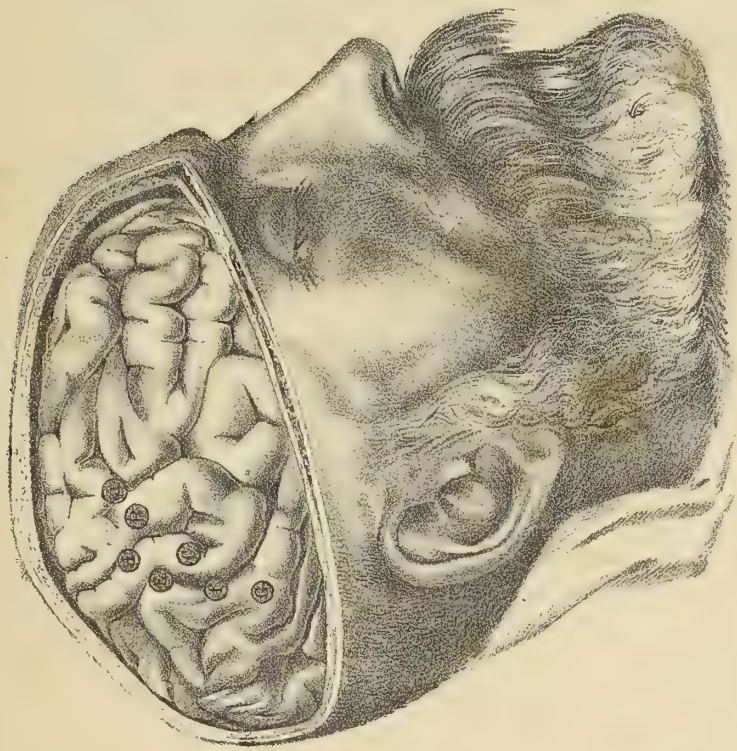
Messo il mal ato nella posizione orizzontale si è raccolto il tracciato (figura 14) che presenta tutti i caratteri del polso abituale, salvo che le elevazioni sono più alte.

La figura 15 rappresenta da A a B il polso cerebrale quando passa la corrente, e il catode è applicato al ganglio cervicale superiore destro. In B si inverte la corrente, e si ha una curva, nella quale sembra che due pulsazioni siano fuse in una; essa presenta quattro elevazioni, la terza delle quali è la più elevata di tutte. Dopo la prima elevazione, vi ha il tentativo di un' altra piccola elevazione, quindi torna un polso nettamente tricuspidale.

Nella figura 16 è riportata una parte della figura precedente, per la stessa ragione detta sopra. In C si inverte nuovamente la corrente e il polso si fa nuovamente anacrotico a tre elevazioni. In D apertura del circuito.

Nella figura 17, si raccoglie il polso cerebrale, da A a B senza che passi la corrente. In B si chiude il circuito, tenendo al ganglio cervicale superiore destro

l'anode; il polso non presenta alterazioni notevoli, solo in seguito si fanno un pochino più elevate le pulsazioni, e l'elevazione mediana prevale per solito sulla catacrotica; anche la prima elevazione anacrotica è più alta che nei polsi abituali.

Nella figura 18, si riporta porzione del tracciato precedente; in C si inverte il circuito. Quivi la discesa massima della prima pulsazione si fa più breve, in modo che due pulsazioni sembrano fuse in una; in seguito il polso non presenta variazioni notevoli.

Le figure 19, 20, 21, 22, rappresentano l'azione esercitata sul polso cerebrale dalla inalazione del nitrito d'amilo. Il primo di questi tracciati è stato raccolto immediatamente dopo tolto da sotto la bocca e le narici del malato il bicchiere contenente un po' d'ovatta con alcune goccie di nitrito d'amilo.

Durante l'inalazione il bicchiere era coperto da un panno tenuto fisso sul naso del malato; essa fu sospesa quando questi cercò con le sue mani d'allontanare il bicchiere.

Il polso presenta sempre tre grandi elevazioni, delle quali la mediana è solo raramente la più elevata, quindi generalmente anacrotico. Dopo la prima pulsazione si presenta più marcato il tentativo di elevazione, altre volte accennato, e dopo la seconda grande elevazione, si presenta un tentativo d'elevazione S generalmente molto marcato. Queste proprietà si mantengono per vari minuti.

Fig.1ª

Fig 2ª

G. Guarnieri dis

Studî intorno allo sviluppo ed alla morfologia del rene dei Teleostei.

Memoria del dott. CARLO EMERY

approvata per la stampa negli Atti dell'Accademia
nella seduta del 25 giugno 1882.

(Con una tavola)

Stannius ha pel primo riconosciuto ([1]) che il rene dei Teleostei e dei Ganoidi è composto di due sostanze diverse: l'una spugnosa, fatta di elementi linfoidi, ricca di vasi venosi e di sangue, l'altra glandolare, costituita da canalicoli uriniferi e glomeruli: queste sostanze sono per lo più intimamente mescolate, cosicchè, secondo la loro abbondanza relativa, i tubolini sembrano immersi nella massa linfoide, o viceversa questa sembra formare isole sparse lungo le vene del rene. È noto che i vasi venosi di cui è qui parola appartengono al sistema della così detta vena porta renale o di Jacobson, che si versa nelle vene cardinali. Era interessante problema quello di ricercare l'origine di quel tessuto linfatico e i suoi rapporti genetici e morfologici con le altri parti del rene, e studiare ancora il modo di formazione della circolazione venosa del rene. A questo problema se ne connetteva un altro: quello di riconoscere le sorti di quell'organo delle larve di pesci che chiamasi rene cefalico o *pronephros*, e che consta di un grosso glomerulo di forma speciale, in rapporto con l'estremo anteriore del condotto segmentale.

Oggetti principali delle mie ricerche sono stati embrioni e larve di *Belone acus*, i primi gentilmente procuratimi dal prof. comm. Dohrn ed embrioni di *Zoarces viviparus.* Di questi animali, colorati ed inclusi in paraffina, furono fatte serie continue di sezioni trasversali, frontali e sagittali con microtomi a slitta; ed in proposito, mi piace notare quanto siano resi più agevoli oramai gli studi embriologici, dopochè, col metodo descritto dal dott. Giesbrecht ([2]), è divenuto facil cosa fissare in ordine regolare una serie di molte sezioni sopra un solo porta-oggetti: posseggo preparati sui quali sono così disposte 70-100 sezioni che facilmente si fanno passare l'una dopo l'altra nel campo del microscopio.

Negli embrioni di *Belone* ancora chiusi nell'uovo, come pure nelle giovani larve della stessa specie, negli embrioni più giovani del *Zoarces,* ed in moltissime forme larvali di pesci, l'apparecchio renale è costituito unicamente dai due condotti segmentali, i quali, poichè persistono inalterati e divengono gli ureteri dell'adulto, chiamerò d'ora innanzi condotti renali: la loro estremità anteriore è ripiegata ad S e termina

([1]) *Vergl. Anatomie der Wirbelthiere*, 2 ediz. p. 263. Nota.
([2]) Zoolog. Anzeiger 1881, n. 92, p. 484.

con una capsula contenente il glomerulo unico e gigantesco del rene cefalico. Alla estremità posteriore, i due condotti si uniscono in un tubo impari che sbocca dietro l'ano. Lungo il loro decorso, i condotti renali stanno in intimo contatto con le vene cardinali, o con la vena cardinale unica, perchè, nella *Belone* e nel *Zoarces*, la vena cardinale sinistra (che pur si riconosce negli embrioni giovani) sparisce presto, e la vena destra si colloca quasi nella linea mediana innanzi all'aorta. Un semplice strato di cellule appiattite che costituisce le pareti della vena separa il sangue dall'epitelio renale (fig. 4, 5, 15). Nella regione dorsale è facile riconoscere ancora una massa di cellule che si colorano più vivamente col carminio, situata fra l'aorta e la vena cardinale (fig. 4, 5, 15 *l*): questa massa si avanza verso i condotti renali e si mette a contatto col loro epitelio: lo chiamerò *blastema cellulare del rene.*

Gli embrioni a mia disposizione erano troppo avanzati per potervi rintracciare il principio della formazione del blastema cellulare; però, negli esemplari più giovani di *Belone*, ho potuto constatare ch'esso è ancora in rapporto di continuità con l'epitelio peritoneale, per mezzo di strisce di cellule che passano tra la vena cardinale e i condotti renali (fig. 1, 2 *l*). Quel blastema è quindi a mio avviso una massa di cellule derivata dall'epitelio peritoneale, da cui più tardi si stacca interamente (fig. 4 *l*), per collocarsi innanzi all'aorta e dietro la vena cardinale e i condotti renali: non è possibile riconoscere una disposizione segmentale nei ponti di cellule che uniscono il blastema cellulare al peritoneo nella fig. 1, la qual cosa non esclude però che questo blastema non abbia potuto derivare da invaginazioni segmentali.

Il blastema cellulare in parola può essere accompagnato molto innanzi, fino al rene cefalico. Però, nei giovani embrioni di *Belone*, la sua massa è tanto piccola e le sue cellule tanto poco diverse da quelle del mesoderma circostante (fig. 3) che, giunti ad un dato punto, non si sa più che cosa si abbia sotto gli occhi: invece, nel *Zoarces*, è facile seguire quel blastema molto più voluminoso e compatto fino al glomerulo del *pronephros*, col cui tessuto si continua, come è pure continuo col rivestimento della capsula del glomerulo (fig. 6): se questa capsula è realmente, come si ritiene dal Goette [1] e dal Balfour [2], una parte staccata del celoma embrionale, si avrebbe qui un altro punto di continuità delle cellule in questione con l'epitelio peritoneale.

Però, in molte larve di Teleostei che schiudono da piccole uova (*Fierasfer*, *Labrax* e altre larve pelagiche non definite) come pure nell'embrione del Luccio, secondo Rosenberg [3] il condotto renale termina a fondo cieco alla sua estremità anteriore e, per un tempo più o meno lungo, rimane privo del glomerulo, il quale comparisce soltanto più tardi; non è neppure differenziato il blastema cellulare che, come vedremo poi, deve dare origine ai canalicoli ed alla massa linfatica. In larve di *Labrus* da poco schiuse, si riconosceva bene l'accenno del glomerulo del *pronephros*; una piccola massa di cellule situata fra l'intestino e i condotti renali sembrava rappresentare un insieme dal quale avrebbero dovuto differenziarsi più tardi, tanto il mesentere quanto il

[1] *Entwicklungsgeschichte der Unke*, p. 829.
[2] *Handbuch d. vergl. Embryologie* (ediz. tedesca) II. p. 631.
[3] *Untersuch. ueb. d. Entwicklung der Teleostierniere.* Diss. inaug. Dorpat 1867, p. 46.

blastema cellulare dei reni. Ma siffatte larve, schiuse da uova piccolissime ed in cui lo sviluppo di molti organi è rimandato a periodi ulteriori della vita larvale presentano difficoltà speciali allo studio della loro ontogenia; i blastemi embrionali sono ridotti al minimo numero possibile di cellule, le quali sono ancora poco differenziate: inoltre è difficilissimo ottenere stadî più avanzati onde poter seguire le vicende degli abbozzi embrionali osservati.

Larve di *Belone* di 16-22^{mm} ed embrioni di *Zoarces* in cui il sacco vitellino comincia a divenire meno sporgente ci offrono il principio di un nuovo processo. Il blastema cellulare si avanza lateramente ai condotti renali, fino in vicinanza del peritoneo, dal quale trovasi separato per mezzo di uno strato di cellule appiattite con cromatofori (fig. 5). In vicinanza dei condotti renali, vediamo differenziarsi dal blastema cellulare piccoli gruppi di cellule (fig. 7, 9 *c*) che divengono poi più numerose, e formano zaffi solidi (fig. 8, 10 *c*), i quali si confondono alla loro estremità dorsale col blastema istesso, mentre l'estremità ventrale nettamente limitata giunge a contatto con l'epitelio del condotto renale, vi s'infossa, ne raggiunge il lume e, differenziandosi ulteriormente, viene a formare una parte della parete dorsale del condotto renale sulla quale è impiantato il resto dello zaffo cellulare (fig. 11, 12) tuttavia impervio. In quest'ultimo stadio (fig. 12) è ancora facile riconoscere, sulla sezione, la porzione preesistente della parete del condotto renale dal pezzo neoformato, perchè il plasma e i nuclei di quelle cellule che derivano dagli zaffi cellulari si colora molto più intensamente col carminio, mentre nell'epitelio primitivo del condotto, i nuclei si colorano debolmente e il plasma rimane quasi affatto incoloro. Più tardi gli zaffi cellulari divengono pervii e formano tubulini uriniferi, che si allungano, divengono contorti e acquistano presto i loro glomeruli, ciascuno dei quali è provveduto di un piccolo vaso arterioso proveniente da un ramo vicino dell'aorta (fig. 15).

Non si può dire che il processo cominci in avanti e proceda regolarmente indietro, come Fürbringer ha veduto nell'*Alburnus lucidus* ([1]). Tutto il fenomeno ha luogo piuttosto irregolarmente, ed in mezzo a zaffi che hanno già raggiunto il lume del condotto renale, se ne trovano altri che incominciano appena a formarsi. Questo sviluppo continua ancora per lungo tempo, sicchè in una larva di 37^{mm} in cui quasi tutti i canalini erano già contorti e provvisti di glomerulo (fig. 15) si trovavano ancora alcuni zaffi cellulari di nuova formazione (fig. 13). Mentre è facilissimo seguire l'andamento dei fatti nelle larve più grandi (22 mm. e più), in cui le cellule del condotto renale sono meglio differenziate in grandezza e colore dalle cellule vicine (fig. 9-13), risalta meno all'occhio nelle larve più piccole (fig. 7, 8), ma in fondo è sempre lo stesso.

Il medesimo processo ha pure luogo negli embrioni di *Zoarces*, in un periodo corrispondente del loro sviluppo (fig. 14). Negli embrioni maturi di questa specie, i canalicoli sono molto più contorti di quelli della larva di *Belone* di 37^{mm}: però, negli

([1]) Morpholog. Jahrbuch IV. p. 46: Fürbringer descrive la formazione dei canalicoli renali per mezzo di invaginazioni segmentali dell'epitelio peritoneale: non negherò *a priori* che in quel pesce ciò possa essere così: però mi viene il sospetto che Fürbringer abbia osservato un fatto diverso e che forse le sue invaginazioni peritoneali diano origine non direttamente ai canalicoli, ma piuttosto al blastema cellulare dal quale questi si differenzieranno poi. Sarebbe questo un processo non molto dissimile da quanto è stato osservato in altri vertebrati.

uni, e negli altri, i canalicoli non sono mai ramificati e ciascuno di essi segue il proprio decorso tortuoso, dal suo glomerulo fino al condotto renale. In questo periodo si sono formati nel *Zoarces* nuovi canalicoli più sottili, i quali sboccano nel condotto renale alla sua faccia ventrale (fig. 16 *c'*).

Rosenberg [1] ha descritto e figurato benissimo il blastema cellulare che si mette in rapporto coi condotti renali e suppone ch'esso debba dare origine ai canalicoli: egli però non ha potuto rintracciarne l'origine e dice che sembra provenire dalla parete anteriore dell'aorta alla quale trovasi addossato. Anche altri autori più antichi sembrano aver veduto qualche cosa di questo blastema; però, in ragione della tecnica allora assai imperfetta, le loro indicazioni sono troppo confuse per poter essere prese in considerazione. Secondo Balfour [2], Sedgewick avrebbe riconosciuto che i canalicoli del *mesonephros* dei Teleostei si sviluppano in sito da cellule del mesoblasto vicine allo epitelio peritoneale, probabilmente identiche al mio blastema cellulare.

Il processo descritto sopra non è molto dissimile da quello riscontrato negli Amnioti per la formazione dei tubolini del rene primitivo e definitivo del pulcino [3] e del rene definitivo della lucertola [4].

Però tutta la massa del blastema non si consuma a formare i canalicoli uriniferi; una parte di esso, in ispecie alla periferia del rene, rimane inalterata, in mezzo ai canalini completi, ed è percorsa da larghi spazi sanguigni, con parete sottilissima fatta di un semplice endotelio, e comunicanti con la vena cardinale: questa disposizione che si osserva meglio negli embrioni quasi maturi del *Zoarces* (fig. 16), corrisponde perfettamente alle condizioni dell'adulto [5].

Un tratto del condotto renale che segue immediatamente il rene cefalico del *Zoarces* non contrae rapporti con tubolini uriniferi: il blastema cellulare che lo circonda come pure quello che trovasi a contatto col gomitolo anteriore, cioè col *pronephros*, non si differenzia in canalicoli, ma forma esclusivamente la massa linfatica di quelle regioni. Il tratto ora cennato del condotto renale costituisce così un istmo che collega il rene cefalico col rene addominale (*mesonephros*). Un istmo cosiffatto esiste pure nella *Belone*, ma vi sono pure pesci che non l'hanno ed in cui il *pronephros* è in immediato rapporto di continuità con la massa del *mesonephros*: così in una larva pelagica di *Blennius* (fig. 17), ho trovato che la massa principale del *mesonephros* sta immediatamente dietro il capo, al disopra dei canali del *pronephros*; nella fig. 17. che rappresenta a destra ed a sinistra due diverse sezioni frontali piuttosto vicine tra loro, vedesi a sinistra il glomerulo cefalico primitivo e le convoluzioni sezionate del condotto renale, a destra, canalicoli renali secondarî, l'uno

(1) L. c. p. 52 e seg. fig., V, VI, VII. Per la storia dell'argomento e per le opinioni di Rathke, Vogt e altri autori non recenti, rimando il lettore alla parte storica accuratissima di questa dissertazione.

(2) L. c. p. 631.

(3) Sedgwick, *Development of the Kidney in its relations to the Wolffian body in the Chick*: Quarterly Journ. f. microsc. Sc. XX, 1880.

(4) Braun, *Urogenital System der Reptilien*. Arbeiten aus d. Zoolog. Zootom. Instit. Würzburg. IV.

(5) Braun (l. c. tav. IX, fig. 4) figura nella Lucertola una massa di cellule residuale del blastema del rene definitivo dopo la formazione dei canalini: però non dice quale sia la sorte di questo tessuto.

di essi in rapporto col suo glomerulo. Questa condizione è molto interessante, perchè ci dimostra che ciò che si chiama nell'adulto rene cefalico non corrisponde sempre soltanto al *pronephros* embrionale, ma può contenere elementi del *mesonephros*, prescindendo dalla sostanza linfatica che è generalmente abbondante nell'adulto. Il rene cefalico voluminoso e ricco di canalini uriniferi del *Merlucius esculentus* e del *Lophius* è probabilmente una formazione somigliante a quella del *Blennius* qui descritto. Condizione opposta a quella delle larve di *Blennius* è ciò che ho descritto nel *Fierasfer* adulto. Qui il *pronephros* tipico persiste e funziona per tutta la vita, circondato da scarso tessuto linfatico ed è seguito da un istmo lunghissimo, costituito dal solo condotto renale avvolto in uno strato di massa linfatica con ricca rete venosa, mentre il *mesonephros* è raccolto in una piccola massa compatta, verso l'estremità posteriore della cavità viscerale.

Balfour ([1]) ha trovato che il rene cefalico di alcuni pesci non contiene canalini uriniferi allo stato adulto: così, fra i Ganoidi, *Acipenser* e *Lepidosteus*; fra i Teleostei, *Osmerus*, *Esox*, *Anguilla* ([2]): egli conchiude che probabilmente il *pronephros* larvale non persiste in nessun pesce. Ho descritto altrove il *pronephros* persistente dei *Fierasfer* ([3]); ora aggiungerò che quest'organo persiste pure nel *Zoarces viviparus* adulto: però non bisogna ripromettersi di trovare nel rene cefalico un apparecchio glandolare proporzionato al volume dell'organo. Lo schema rappresentato dalla figura in legno, il quale rappresenta la distribuzione dei canalini renali in un embrione quasi maturo dello *Zoarces*, mostra che tutta la parte anteriore del rene è costituita dal solo condotto segmentale che si prolunga in avanti, più o meno contorto, fino al suo glomerulo. Ora, nel *Zoarces* adulto, ho trovato il glomerulo unico del *pronephros* perfettamente conservato e in continuità col suo condotto: cioè un vero *pronephros* larvale persistente: accanto a questi elementi renali trovavasi una quantità considerevole di massa linfatica. Io sono convinto che ancora molti pesci, se vengono accuratamente esaminati, mostreranno di possedere, allo stato adulto, il *pronephros* della larva. Anche nell' *Osmerus eperlanus*, ove Balfour dice ridotti i canalicoli del rene cefalico, egli constata però la presenza di un tubolino unico, fin nel rigonfiamento anteriore: forse, con una ricerca più accurata, avrebbe potuto trovare ancora il glomerulo. Nel *Lophius* e negli altri pesci che hanno soltanto una massa renale anteriore, le ricerche dovranno essere dirette a vedere, se esiste forse accanto ai numerosi tubulini e glomeruli secondari, il glomerulo gigantesco del *pronephros*.

Schema della struttura del Rene in un embrione maturo del Zoarces viviparus: *gl* glomeruli del pronephros: *pn* pronephros: *mn* mesonephros: *vu* vescica urinaria: *o* orificio esterno; *ao* aorta dorsale.

([1]) *On the nature of the organ in adult Teleosteans and Ganoids, which is usually regarded as the head-kidney or pronephros.* Quarterly Journ. of. micr. Sc. 1882.

([2]) Anche nel voluminoso rene cefalico dell' *Uranoscopus scaber* ho riconosciuto la mancanza di qualsiasi vestigio di canalini glandolari.

([3]) *Fierasfer* ecc. Atti. R. Accad. Lincei. Memor. della Classe di Sc. fis. mat. e nat. VII. — *Le specie del genere Fierasfer*; Fauna e flora del Golfo di Napoli 2ª Monografia.

Una quistione, che si connette intimamente con quella dello sviluppo del rene dei Teleostei, si è quella della formazione della circolazione venosa renale, ossia del sistema della vena porta di Jacobson. La fig. 4 ci mostra, in una larva appena schiusa del *Belone acus*, i due condotti renali in intimo contatto con le vene cardinali, dal cui sangue gli epitelî renali sono separati per mezzo della sola parete venosa straordinariamente sottile. In uno stadio più avanzato (fig. 5) la vena cardinale destra, divenuta mediana, si estende intorno ai condotti renali, per mezzo di appendici che, in parte si addossano immediatamente ai condotti stessi, in parte si avanzano nel blastema cellulare. Io propendo ad ammettere che sangue e vasi si formino in sito per differenziazione del blastema cellulare: almeno ho veduto, in alcuni punti, piccoli ammassi di corpuscoli sanguigni e corpuscoli isolati in mezzo al tessuto del blastema, i quali non parevano essere contenuti entro propagini di vasi preesistenti: ma, su questo punto, non voglio pronunciarmi per ora, riservandomi di fare altre ricerche in proposito, su materiali più adattati. Certo è che il blastema cellulare si riempie di spazi sanguigni, i quali acquistano pure una parete endoteliale propria. Però a misura che i canalini del *mesonephros* si differenziano dal blastema cellulare, si vedono avanzarsi, ai lati di ciascun canalicolo in formazione, rami venosi, comunicanti con la vena cardinale, i quali contraggono coi canalicoli le stesse relazioni che la vena cardinale serbava verso i condotti renali (fig. 11, 13, 14 *v*). Quando i canalini cominciano appena a formarsi, non di rado veggonsi, in mezzo alle cellule indifferenti del blastema, elementi con piccolo nucleo scuro, che, quando la sottigliezza del taglio e le condizioni delle parti sottostanti lo permettono, si rivelano per globuli rossi del sangue non contenuti nei vasi (fig. 9 *s*): forse questi elementi sono in relazione con la formazione di nuovi vasi intorno ai canalicoli in via di differenziarsi.

Qualunque possa essere il processo di formazione dei vasi venosi del rene, essi vengono sempre infine a costituire una rete complicata in mezzo alla massa residuale del blastema renale e intorno ai canalini derivati da esso, nonchè intorno ai condotti renali. Gli epitelî di questi canalini sono separati dal sangue per la sola parete endoteliale dei vasi, onde si può dire quasi che sono immersi nel sangue venoso. Questa condizione pare che persista con poche modificazioni nei Teleostei adulti, almeno nelle specie che ho esaminate. In preparati iniettati del Luccio e del Merluzzo, ho veduto che i vasi venosi formano intorno ai canalini delle guaine finestrate, non molto dissimili da quello che si osserva in buone iniezioni del rene dai mammiferi, intorno ai tubulini contorti. In questi animali, come nei pesci, i tubulini uriniferi stanno in rapporto per ampie superficie con sangue a debole pressione, sia che provenga, come nei pesci, da una vena porta renale, sia che, come nei mammiferi, sia fornito dai vasellini efferenti dei glomeruli di Malpighi. Quest'ultima sorgente di sangue non manca neppure nei pesci, come ho potuto riconoscere dalla penetrazione nei glomeruli di masse colorate spinte per la vena codale.

Vediamo ancora altri apparecchi glandolari dei vertebrati stare in relazione con vasi venosi, a mio parere, non perchè contenenti sangue venoso, ma perchè contenenti sangue a debole pressione: così il fegato, e, nei pesci, il pancreas; apparentemente la debole pressione permette una maggiore sottigliezza delle pareti vasali, e quindi uno scambio osmotico più attivo fra l'epitelio e il sangue: ma non voglio fermarmi

in questa digressione fisiologica troppo estranea all'argomento schiettamente morfologico che ho impreso a trattare. — La quistione dello sviluppo dei vasi del sistema di Jacobson si connette intimamente con quello della funzione della massa linfatica nell'adulto. Su questo punto sarà di molto interesse fare ulteriori studî ed esperienze, ricercando pure se, in altri vertebrati, esistano parti equivalenti alla sostanza linfatica dei reni dei Teleostei.

I risultati principali cui sono giunto con queste ricerche sono i seguenti:

Che, nei Teleostei, i canalini del *mesonephros* hanno origine indipendente dal condotto renale (condotto segmentale).

Che essi si differenziano da elementi embrionali, da prima in rapporto con la superficie peritoneale, i quali costituiscono un blastema cellulare situato innanzi all'aorta e dietro le vene cardinali e i condotti renali: i canalini sono ancora solidi quando si mettono in rapporto di continuità col condotto renale.

Che il residuo di questo blastema, non totalmente consumato nella formazione dei canalini diviene la sostanza linfatica del rene dell'adulto, la quale rappresenta quindi un organo di origine epiteliale.

Che il rene cefalico dell'adulto può essere (ma non è sempre) completamente omologo al *pronephros* della larva, purchè contenga, oltre la massa linfatica, il glomerulo primitivo e il condotto renale (*Fierasfer*, *Zoarces*); può anche contenere, fin nella larva, oltre agli elementi del *pronephros*, tubulini e glomeruli secondarî del *mesonephros* (*Blennius*).

Che i tubulini uriniferi, sono fin dalla loro prima formazione in contatto immediato con pareti venose costituite da semplice endotelio, condizione che dura per tutta la vita.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA

Segni comuni a tutte le figure.

r. condotto renale (condotto segmentale).
c canalicoli del *mesonephros* o loro accenno embrionale.
l blastema cellulare del rene e massa linfatica che ne deriva
p. superficie peritoneale.
Gl glomerulo primitivo del *pronephros*.
gl glomeruli del *mesonephros*.
vc vena cardinale destra.
vc' » » sinistra.
v vasi venosi del rene.
ao aorta.
ch corda dorsale.
m muscoli laterali (miocommi).
i intestino.

N.B. Tutte le figure sono disegnate con l'ajuto della camera lucida: gl'ingrandimenti 400 e 570 sono ottenuti con un objettivo a immersione (J) di Zeiss.

FIG. 1. *Belone acus*. Embrione avanzato nel suo sviluppo, ma ancora chiuso nell'uovo. Sezione longitudinale non perfettamente sagittale, verso la metà del tronco: 170: 1.

» 2. *Belone*. Embrione nello stesso stadio di sviluppo: sezione trasversa della medesima regione: 360: 1.

» 3. *Belone*. Altra sezione trasversa del medesimo embrione nella regione del *pronephros*: il condotto renale piegato ad S è incontrato tre volte dalla sezione: 360: 1.

» 4. *Belone*. Larva di fresco schiusa; sezione trasversa del tronco: a sinistra della figura, la vena cardinale destra riceve un grosso ramo attraverso il blastema cellulare del rene: 250: 1.

» 5. *Belone*. Larva di 12 mm.; sezione trasversa del tronco: 250: 1.

» 6. *Zoarces viviparus*. Embrione giovane in cui comincia la pigmentazione dell'occhio. Sezione alquanto obliqua che interessa l'abbozzo del glomerulo del *pronephros* destro: si vede il blastema cellulare del rene in continuità col glomerulo e con l'epitelio della capsula di esso: 125: 1.

» 7. *Belone*. Larva di 16 mm.; sezione del condotto renale sinistro con incipiente differenziazione di un canalicolo nel blastema cellulare adjacente: 570: 1.

» 8. *Belone*. Altra sezione del condotto renale sinistro, della medesima larva con l'abbozzo di un canalicolo più avanzato nel suo sviluppo, avendo raggiunto il lume del condotto: 570: 1.

» 9. *Belone*: larva di 22 mm.; principio della formazione di un canalicolo: 570: 1.

» 10. Dalla stessa larva: stadio più avanzato della formazione di un canalicolo: 570: 1.

» 11. Dalla stessa larva: il canalicolo ha raggiunto il lume del condotto: 400: 1.

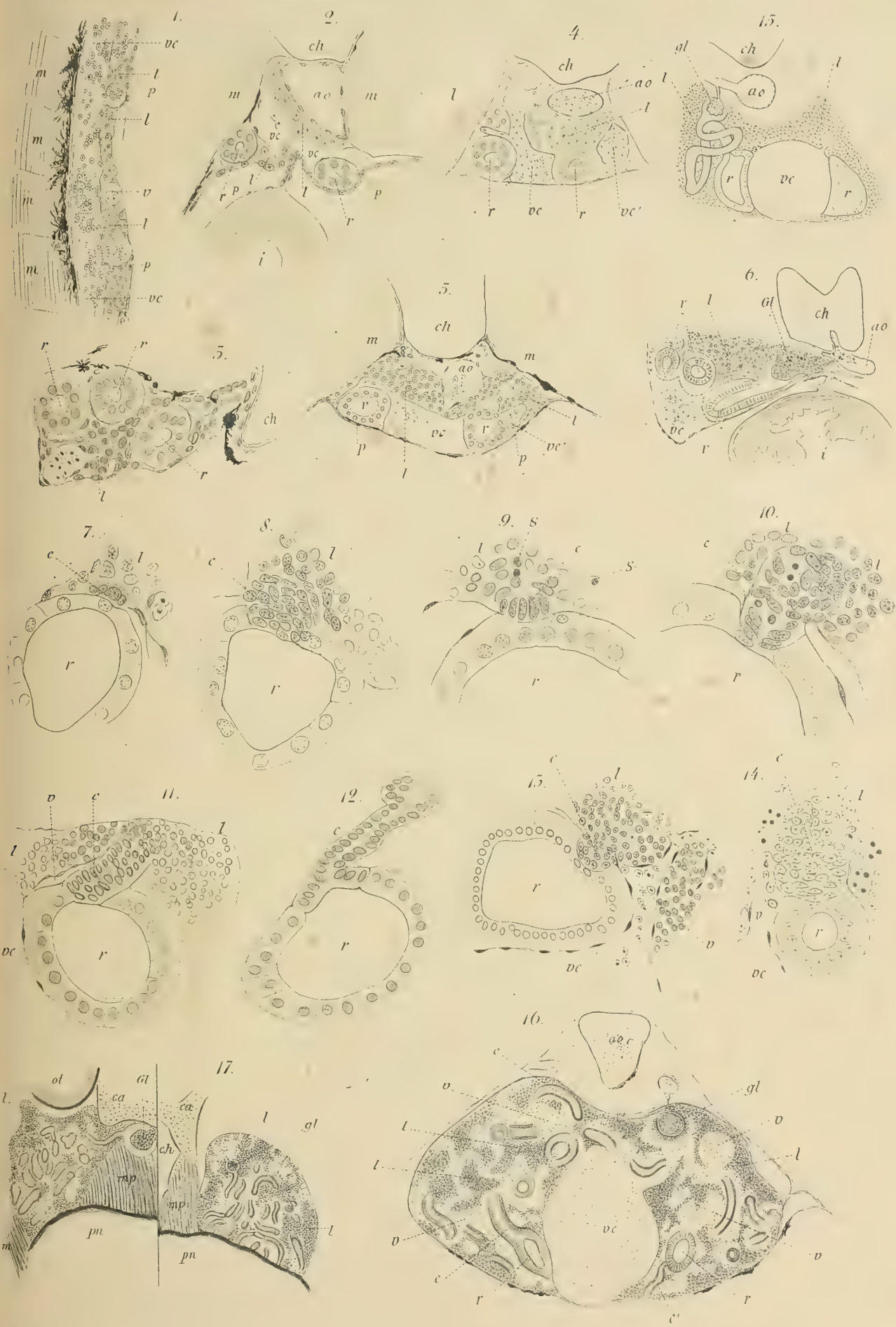
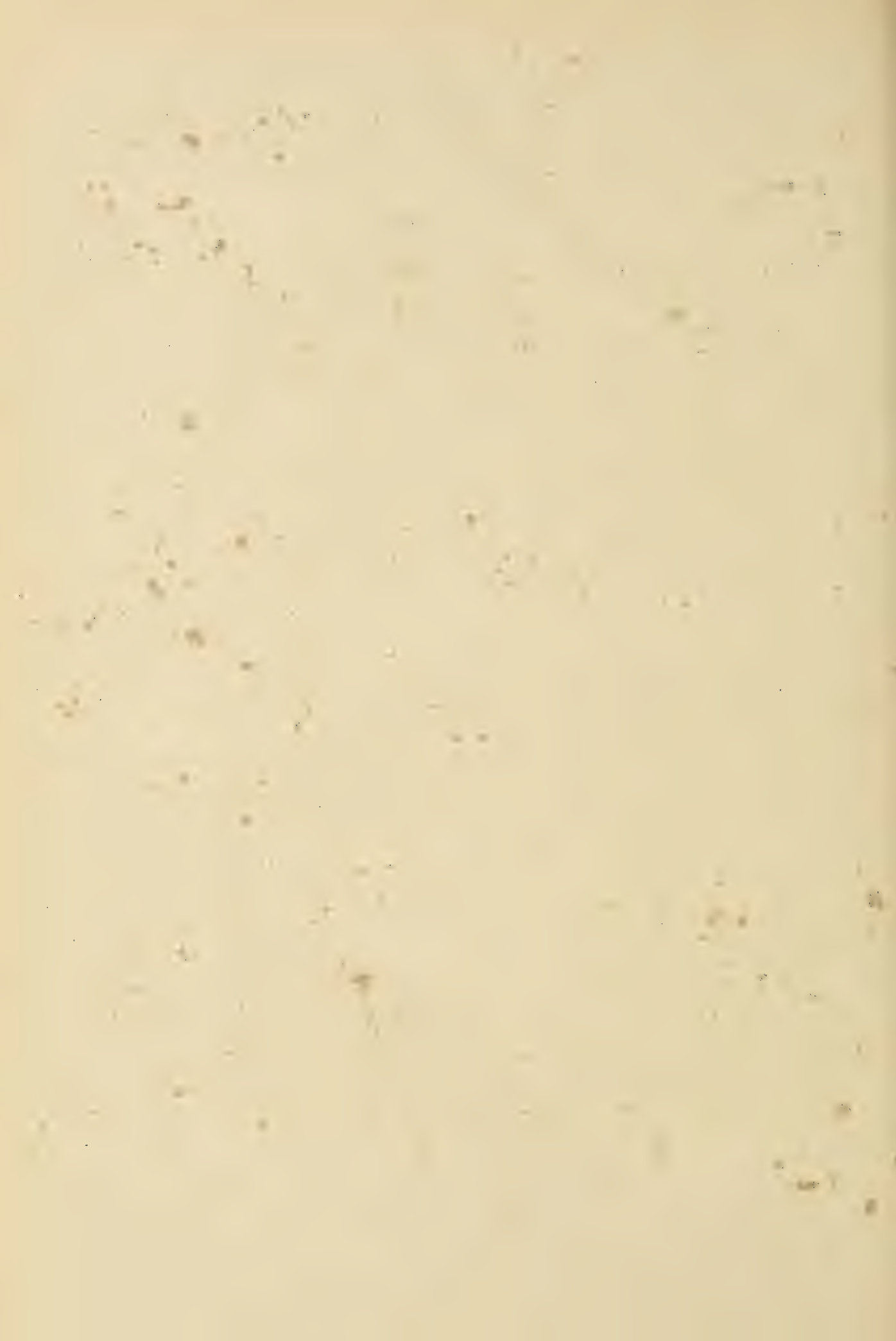
» 12. Dalla stessa larva: il canalicolo è tuttavia solido, ma alcune sue cellule sono disposte in modo da far parte della parete del condotto renale: 400: 1.

» 13. *Belone*: larva di 37 mm. incipiente formazione di un canalicolo: 360: 1 (dal medesimo rene della fig. 15 e da un taglio poco distante da quelli che hanno servito alla figura anzidetta).

» 14. *Zoarces*: embrione con sacco vitellino non molto sporgente: principio della formazione di un canalicolo: 400: 1.

» 15. *Belone*: larva di 37 mm. Sezione del rene (*mesonephros*) alquanto schematica; il decorso completo di un canalicolo è stato ricostruito mercè la sovrapposizione delle immagini di più sezioni successive: il glomerulo si trova in connessione, mediante un sottile vasellino con una arteria che parte dall'aorta: a destra ed a sinistra, la vena cardinale riceve rami che provengono dalla sostanza linfatica (residuo del blastema cellulare) del rene: 125: 1.

» 16. *Zoarces*. Embrione quasi maturo. Sezione trasversa del rene, per mostrare le relazioni dei canalicoli con gli spazî venosi della sostanza linfatica: a destra della figura, il condotto renale riceve un sottile canalicolo *(c')* dalla sua faccia ventrale: 125: 1.

» 17. *Blennius* sp?: larva pelagica di 11 mm.: sezione longitudinale frontale: le due metà della figura rappresentano sezioni diverse: la sezione figurata a sinistra è più ventrale di quella disegnata a destra: nella prima si vede il glomerulo del *pronephros*; nell'altra i canalicoli del *mesonephros*, uno di essi in relazione con un glomerulo: la figura è limitata in basso dalla sezione della parete pigmentata della vescica aerea; *ca* cartilagine della base del cranio: *ot* capsula uditiva: *mp* muscoli prevertebrali; *pn* vescica aerea: gli altri segni come sopra: 70: 1.

C. Emery fa. Lit. Bruno e Salomone Roma

Osservazioni del diametro orizzontale del Sole fatte al r. Osservatorio in Campidoglio negli anni 1880 e 1881.

Memoria del Socio LORENZO RESPIGHI

letta nella seduta del 2 aprile 1882.

Le osservazioni della durata del passaggio al meridiano del disco solare furono fatte anche in questi due anni 1880 e 1881 col metodo di projezione, già da varî anni introdotto nel nostro Osservatorio allo scopo di ottenere la grandezza del diametro del sole con maggiore esattezza, deducendola dal medio delle osservazioni simultanee fatte da più osservatori, e quindi colla probabilità di compensare le influenze degli errori personali degli osservatori stessi.

Le osservazioni degli anni precedenti avendo mostrato l'esistenza di questi errori, la loro sensibile grandezza, e quindi la necessità di tenerne il dovuto conto nel confrontare i risultati ottenuti dai varî osservatori, e così pure la necessità di rendere i risultati definitivi possibilmente indipendenti da questi errori, era naturalmente indicato che tutti gli osservatori o quasi tutti prendessero parte all' osservazione di ogni passaggio; ciò che appunto si verificò nel corso di questi due anni, salvo alcune eccezioni causate da accidentali circostanze.

Il modo di osservare fu quello stesso degli anni precedenti, consistente nel prendere gli appulsi dei bordi solari a sette fili orarî nell' immagine projettata sopra un diaframma, disposto normalmente all'asse del cannocchiale meridiano di Ertel, ed a tale distanza da procurare al disco solare il diametro di $0^m,70$ circa. I tempi degli appulsi erano presi a stima, ad occhio e udito, con un cronometro Dent a tempo siderale, collocato alla portata di tutti i quattro osservatori, Di Legge, Giacomelli, Prosperi e Respighi.

Nel 1880 furono osservati 257 passaggi del disco solare, in 148 dei quali presero parte tutti e quattro gli osservatori, in 79 tre, in 29 due, e in 1 un osservatore soltanto. Nel 1881 furono osservati 234 passaggi, cioè 136 con tutti e quattro gli osservatori, 81 con tre, 16 con due, ed 1 con un solo osservatore.

In questi passaggi sono compresi anche quelli osservati in condizioni atmosferiche anormali, e cioè con cielo nuvoloso o nebbioso, o col bordo dell' immagine solare molto ondulato, oscillante o diffuso, mentre si sono omesse soltanto le osservazioni incomplete, nelle quali gli appulsi non furono presi a tutti i sette fili. Come altre volte si è dichiarato, si è creduto conveniente di tener conto anche delle osservazioni fatte in condizioni anormali, per rendere più manifesta l' influenza delle condizioni atmosferiche nella grandezza apparente del diametro solare, e per fissare approssimativamente i limiti delle variazioni od alterazioni che essa può produrre nel diametro apparente del sole, in conseguenza del modo speciale di stimare i tempi dei contatti, proprio di ogni osservatore.

Da queste osservazioni, come da quelle degli anni precedenti, viene confermato che le equazioni personali, nell'osservazione della durata del passaggio del disco solare, risultano principalmente dai diversi criterî coi quali gli osservatori definiscono il bordo apparente del sole nello stato di ondulazione, di trepidazione e di diffusione, dal quale esso è frequentemente affetto, in causa delle continue e più o meno marcate variazioni della densità e costituzione degli strati atmosferici attraversati dai raggi solari. Ed è appunto a queste circostanze che debbono attribuirsi le variazioni delle equazioni personali fra i varî osservatori, che si riscontrano non solamente nelle singole osservazioni, ma eziandio nei risultati medî mensili ed anche annui, in conformità alla maggiore o minore prevalenza delle varie condizioni atmosferiche negli indicati periodi.

Però, se nei medî presi a lunghi periodi di tempo non vengono completamente compensate le irregolarità nella grandezza di queste equazioni personali, le differenze sono ristrette in limiti abbastanza ravvicinati, in modo che gli errori personali relativi diventano quasi costanti: e con ciò viene confermato che una parte di queste equazioni od errori personali è dovuta ad una causa permanente; e cioè al diverso ed abituale modo con cui ogni osservatore prende gli istanti dei contatti nel bordo occidentale e nel bordo orientale, in causa della diversità dei due fenomeni osservati, pei quali uno stesso osservatore può avere errori personali diversi, se non nel segno, certo nella grandezza.

Finalmente viene dalle osservazioni di questi due anni nuovamente dimostrata la necessità di tener conto degli errori personali nel confronto dei risultati ottenuti dai diversi osservatori sulla grandezza del diametro apparente del sole, per non incorrere nel pericolo di dedurre conseguenze erronee relativamente a supposte variazioni di questo importante elemento astronomico, considerando le differenze fra i risultati ottenuti dai varî osservatori e in diversi tempi come effetti di reali variazioni della grandezza apparente del corpo solare, e non già come effetti del diverso modo di osservare.

Le riduzioni delle osservazioni ed il calcolo degli elementi relativi alla loro discussione sono stati eseguiti dall'astronomo aggiunto sig. dott. Alfonso Di Legge.

Osservazioni del diametro orizzontale del sole fatte nel 1880.

Nel 1880 furono osservati 257 passaggi meridiani del sole, dei quali 148 con quattro osservatori, 79 con tre, 29 con due, ed 1 con un solo osservatore: per cui in complesso vennero fatte 888 osservazioni della durata del passaggio del disco solare, ripartite fra i quattro osservatori nel seguente modo.

Respighi	230	osservazioni
Di Legge	186	»
Giacomelli	243	»
Prosperi	229	»

Nello specchio I, posto in fine alla presente Memoria, sono riportati i singoli risultati di queste osservazioni; cioè la durata in tempo siderale del passaggio del disco solare; il corrispondente valore dato dal Nautical Almanac di Londra; la differenza fra la durata osservata e la calcolata; la grandezza del semidiametro apparente

del sole, dedotto dalla durata osservata e ridotta alla distanza media della terra al sole; e finalmente i nomi degli osservatori designati colle lettere iniziali:

R = Respighi G = Giacomelli
D = Di Legge P = Prosperi

Esaminando le differenze fra le durate del passaggio osservate e le calcolate del Nautical Almanac, si trova che ordinariamente esse sono negative per tutti gli osservatori; il che prova che realmente il semidiametro apparente 961″,82 usato nello stesso almanacco è sensibilmente maggiore del vero: ciò che d'altronde era già risultato dalle nostre osservazioni degli anni precedenti, ed anche dalle osservazioni fatte in altri Osservatorî.

Dalle nostre 888 osservazioni del 1880 si ricava la seguente differenza media, in tempo siderale, fra la durata osservata e la calcolata:

Durata osservata — Durata calcolata = — 0^s,094

cogli estremi { in più, durata osservata — calcolata = + 0,280
  { in meno, » » » = — 0,380

Prendendo invece la differenza media delle sole osservazioni fatte nei passaggi osservati simultaneamente da tutti e quattro gli osservatori, e delle quali il numero è 592, si trova:

Durata osservata — Durata calcolata = — 0^s,095;

risultato quasi identico al precedente.

Prendendo separatamente le differenze medie delle osservazioni di ciascun osservatore, si trova:

Respighi	Durata osservata — Durata calcolata	=	— 0^s,150
Di Legge	» »	=	— 0,084
Giacomelli	» »	=	— 0,087
Prosperi	» »	=	— 0,051

Riguardo agli errori personali relativi fra i quattro osservatori, deducendoli: 1° da tutte le osservazioni fatte da ognuno; 2° dalle osservazioni simultanee, fatte cioè da tutti e quattro, si hanno i seguenti risultati.

Errori personali relativi dedotti

	da tutte le osservazioni	dalle osservazioni simultanee
Respighi — Di Legge	— 0^s,066	— 0^s,077
Respighi — Giacomelli	— 0,063	— 0,061
Respighi — Prosperi	— 0,099	— 0,115
Di Legge — Giacomelli	+ 0,003	— 0,016
Di Legge — Prosperi	— 0,033	— 0,038
Giacomelli — Prosperi	— 0,036	— 0,054

Come si è già accennato, questi errori personali debbono attribuirsi in parte al diverso ed abituale modo di osservare gli appulsi dei due bordi, occidentale ed orientale, proprio di ciascun osservatore, ed in parte all'influenza delle condizioni atmosferiche sullo stato del lembo solare, in forza delle quali viene sensibilmente alterata per ogni osservatore la differenza fra l'errore personale nell'osservazione del bordo occidentale, e quello dell'osservazione del bordo orientale. E ciò viene

confermato dal fatto, che prendendo gli errori personali fra i quattro osservatori di mese in mese, o di stagione in stagione, i loro valori variano sensibilmente nei vari periodi, quantunque i medî annui si mantengano quasi costanti.

Dalle osservazioni del 1880 risultano per le quattro stagioni i seguenti valori per gli errori personali fra i quattro osservatori.

Errori personali relativi.

	R—D	R—G	R—P	D—G	D—P	G—P
Inverno	— 0^s,085	— 0^s,064	— 0^s,080	+ 0^s,021	+ 0^s,005	— 0^s,016
Primavera	— 0, 051	— 0, 047	— 0, 104	+ 0, 004	— 0, 053	— 0, 057
Estate	— 0, 054	— 0, 042	— 0, 104	+ 0, 012	— 0, 050	— 0, 062
Autunno	— 0, 080	— 0, 106	— 0, 113	— 0, 026	— 0, 033	— 0, 007

Le notevoli differenze fra gli errori personali di alcuni osservatori da stagione a stagione sono certamente la principale causa delle apparenti variazioni della grandezza del diametro solare nelle varie epoche dell'anno; le quali variazioni vennero da alcuni considerate come reali e dovute alla forma elittica del bordo solare, o ad altre cause ignote.

Sulla durata del passaggio del disco solare ottenuta in ogni osservazione e da ciascun osservatore, e colla nota declinazione del sole, e colla sua distanza dalla terra sono stati calcolati i corrispondenti valori del semidiametro del sole ridotti alla distanza media, i quali sono riportati nello specchio I.

Dal medio dei risultati ottenuti dalle 888 osservazioni fatte nel 1880 si trova il valore del semidiametro apparente del sole, ridotto alla distanza media,

$$\Delta = 961'',14;$$

mentre i risultati delle singole osservazioni oscillano fra gli estremi

$$\Delta \text{ massimo} = 963'',8$$
$$\Delta \text{ minimo} = 959,\ 1$$

Prendendo invece i valori medî e gli estremi del semidiametro solare separatamente per ogni osservatore, si hanno i seguenti valori di Δ.

	Δ medio	Δ massimo	Δ minimo	n° osservazioni
Respighi	960'',74	962,3	959,''1	230
Di Legge	961, 21	962,8	959, 5	186
Giacomelli	961, 18	963,8	959, 5	243
Prosperi	961, 44	963,2	960, 1	229

Confrontando fra loro i valori medî ottenuti pel semidiametro solare, si hanno le seguenti differenze, od errori personali relativi:

Errori personali relativi.

Respighi — Di Legge	=	— 0'',44
Respighi — Giacomelli	=	— 0, 44
Respighi — Prosperi	=	— 0, 70
Di Legge — Giacomelli	=	+ 0, 03
Di Legge — Prosperi	=	— 0, 23
Giacomelli — Prosperi	=	— 0, 26

Supponendo che nel medio dei risultati ottenuti dai quattro osservatori siano compensati gli errori personali, prendendo la differenza di questo medio 961″,14 coi valori ottenuti dai singoli osservatori, gli errori personali assoluti sarebbero:

per Respighi — 0″,44
Di Legge + 0, 07
Giacomelli + 0, 04
Prosperi + 0, 30

Questi valori però rappresentano gli errori personali, relativi ed assoluti, medî nel corso dell'anno, i quali poi variano per ogni osservatore da stagione a stagione, come può facilmente rilevarsi dal seguente quadro comparativo dei valori ottenuti dal semidiametro apparente del sole dai quattro osservatori in ogni stagione:

Semidiametro solare medio per stagione.

Stagioni	Respighi	N. Osserv.	Di Legge	N. Osserv.	Giacomelli	N. Osserv.	Prosperi	N. Osserv.	Medio
Inverno. . .	960″,68	57	961″,39	59	961″,23	60	961″,35	59	961″,16
Primavera .	960,89	49	961,25	39	961,23	50	961,63	50	961,20
Estate . . .	960,82	70	961,18	27	961,09	80	961,56	63	961,16
Autunno . .	960,44	54	961.03	61	961,21	53	960,26	57	960,98

Quatunque nei valori del semidiametro Δ si trovino per alcuni osservatori differenze sensibili da una stagione all'altra, però nei risultati medî, presi per tutti gli osservatori in ogni stagione, le differenze sono tanto piccole da non potersi sospettare una variazione sistematica di questo elemento nelle varie stagioni; tanto più che confrontando questi valori con quelli degli anni precedenti si trovano risultati diversi, ed andamenti piuttosto accidentali che sistematici, dipendenti sicuramente dalla varietà delle condizioni atmosferiche predominanti nei varî periodi.

Riguardo ai limiti, od estremi fra i quali oscillano i valori del semidiametro solare dedotti per ogni stagione dalle osservazioni fatte da ogni osservatore, si trovano i seguenti risultati:

Semidiametri estremi per stagione.

Stagioni	Semidiametro massimo				Semidiametro minimo			
	Respighi	Di Legge	Giacomelli	Prosperi	Respighi	Di Legge	Giacomelli	Prosperi
Inverno. . .	962″,1	962″,8	963″,8	962″,9	959″,3	959″,5	959″,5	960″,2
Primavera .	962,3	962,0	962,7	962,7	959,2	960,5	959,7	960,4
Estate . . .	962,0	962,1	962,4	963,2	959,4	960,5	959,7	960,1
Autunno . .	962,0	962,4	962,4	962,2	959,1	959,6	960,3	960,2

Esaminando questo specchio si rileva, che l'escursione del valore del semidiametro solare non varia molto da stagione a stagione, e che il medio degli estremi non si scosta sensibilmente dal valore medio dedotto dalle osservazioni fatte da ogni osservatore nello stesso periodo.

Il valore medio del semidiametro solare, sia per l'intero anno, quanto per le singole stagioni, si è dedotto supponendo le osservazioni dei quattro osservatori di eguale bontà o peso, ciò che viene convenientemente giustificato dalle piccole differenze che si trovano fra gli errori probabili di una osservazione, calcolati separatamente per ogni osservatore, e dalla quasi identità degli errori probabili del medio di tutte le rispettive osservazioni, avendosi:

	Errori o differenze probabili di una osservazione	del medio	n° osservazioni
Respighi	± 0″,432	± 0″,028	230
Di Legge	0, 397	0, 029	186
Giacomelli	0, 459	0, 029	243
Prosperi	0, 425	0, 028	229

Osservazioni del diametro orizzontale del sole fatte nel 1881.

Nel 1881 le osservazioni della durata del passaggio meridiano del sole furono fatte dai quattro osservatori, Respighi, Di Legge, Giacomelli e Prosperi, e collo stesso metodo di proiezione usato negli anni precedenti. Il numero dei passaggi osservati in quest'anno, e conseguentemente anche il numero complessivo delle osservazioni fatte dai quattro osservatori, è riuscito minore di quello dell'anno precedente in causa del maggiore predominio della nuvolosità del cielo.

I passaggi osservati furono 234, dei quali 136 vennero osservati da tutti e quattro gli osservatori; 81 da 3; 16 da 2, ed 1 da un solo osservatore; per cui si fecero in totale 820 osservazioni, ripartite nel seguente modo fra i 4 osservatori.

Respighi	200	osservazioni
Di Legge	212	»
Giacomelli	189	»
Prosperi	219	»
Totale	820	osservazioni

Nello specchio II posto in fine alla presente Memoria sono riportate: le singole durate del passaggio del diametro solare ottenute da queste 820 osservazioni: le differenze fra le durate osservate e quelle date dal Nautical Almanac; ed i valori del semidiametro solare ricavati delle osservazioni e ridotti alla distanza media della terra al sole, colle solite indicazioni dei nomi dei quattro osservatori.

Le riduzioni delle osservazioni ed il calcolo dei valori del semidiametro solare, ridotto alla distanza media, sono stati eseguiti come negli anni passati dall'astronomo aggiunto dott. Di Legge.

Anche dalle osservazioni del 1881 risulta, che le durate osservate del passaggio del diametro solare sono sensibilmente più piccole di quelle date dal Nautical Almanac di Londra, e la media differenza risultante da tutte le 820 osservazioni è quasi identica a quella — 0^s,094 trovata nel 1880, poichè abbiamo:

Durata osservata — Durata calcolata = — 0^s,091

cogli estremi { in più, durata osservata — calcolata = + 0, 250
in meno, » » » = — 0, 340 }

Prendendo invece le medie differenze delle sole osservazioni fatte simultaneamente dai quattro osservatori, il cui numero è 544 osservazioni, si trova:

$$\text{Durata osservata} - \text{Durata calcolata} = -0^s{,}091$$

risultato quasi identico al precedente.

Anche le medie differenze, prese separatamente per ogni osservatore, presentano un andamento non molto diverso da quello dell'anno precedente, poichè abbiamo:

Respighi	Durata osservata — Durata calcolata	$= -0^s{,}155$
Di Legge	» »	$= -0{,}097$
Giacomelli	» »	$= -0{,}081$
Prosperi	» »	$= -0{,}032$

Deducendo gli errori personali relativi fra i quattro osservatori: 1° da tutte le osservazioni fatte da ognuno di essi; 2° dalle sole osservazioni fatte simultaneamente dai quattro osservatori, si trova:

Errori personali relativi

	da tutte le osservazioni	dalle osservazioni simultanee
Respighi — Di Legge	$-0^s{,}058$	$-0^s{,}056$
Respighi — Giacomelli	$-0{,}076$	$-0{,}074$
Respighi — Prosperi	$-0{,}123$	$-0{,}124$
Di Legge — Giacomelli	$-0{,}016$	$-0{,}014$
Di Legge — Prosperi	$-0{,}065$	$-0{,}068$
Giacomelli — Prosperi	$-0{,}050$	$-0{,}054$

Confrontando questi errori personali con quelli dedotti dalle osservazioni dell'anno precedente, quantunque per alcuni osservatori si trovino differenze non trascurabili, pure l'accordo può ritenersi abbastanza soddisfacente, avuto riguardo alla diversità delle condizioni atmosferiche che dominarono in alcune parti di questi due anni, ciò che si rende manifesto dagli errori personali ricavati separatamente dalle osservazioni fatte in ciascuna stagione, poichè abbiamo:

Errori personali relativi

	R—D	R—G	R—P	D—G	D—P	G—P
Inverno	$-0^s{,}056$	$-0^s{,}067$	$-0^s{,}107$	$-0^s{,}011$	$-0^s{,}051$	$-0^s{,}040$
Primavera	$-0{,}066$	$-0{,}042$	$-0{,}111$	$+0{,}024$	$-0{,}045$	$-0{,}069$
Estate	$-0{,}034$	$-0{,}065$	$-0{,}121$	$-0{,}031$	$-0{,}086$	$-0{,}055$
Autunno	$-0{,}086$	$-0{,}130$	$-0{,}163$	$-0{,}044$	$-0{,}077$	$-0{,}033$

Nello specchio II sono riportati i valori del semidiametro solare, ridotto alla distanza media, ottenuti dalle 820 durate del passaggio del disco solare complessivamente osservate nel 1881 dai quattro osservatori.

Dal medio generale di questi valori si trova il semidiametro solare

$$\Delta = 961'',17$$

risultato molto vicino a quello ottenuto nel 1880.

I risultati delle singole osservazioni oscillano fra gli estremi:

Δ massimo = 963″,6

Δ minimo = 959, 3.

Prendendo separatamente per ogni osservatore il medio e gli estremi ottenuti pel valore del semidiametro solare, si trova:

	Δ medio	Δ massimo	Δ minimo	n° osservazioni
Respighi.	960″,71	962″,7	959″,3	200
Di Legge	961, 13	963, 1	959, 6	212
Giacomelli	961, 24	963, 5	959, 5	189
Prosperi.	961, 60	963, 6	959, 9	219

Prendendo le differenze fra i valori medî ottenuti pel semidiametro dai quattro osservatori, si trovano i seguenti errori personali relativi:

Respighi — Di Legge = — 0″,42
Respighi — Giacomelli = — 0, 53
Respighi — Prosperi = — 0, 89
Di Legge — Giacomelli = — 0, 11
Di Legge — Prosperi = — 0. 47
Giacomelli — Prosperi = — 0, 36

Se nel medio generale 961″,17 potessero ritenersi compensati gli errori personali dei quattro osservatori, gli errori assoluti di questi nella misura del semidiametro solare sarebbero:

per Respighi — 0,″46
Di Legge — 0, 04
Giacomelli + 0, 07
Prosperi + 0, 43

Questi valori però rappresentano gli errori medî personali, relativi ed assoluti, quali risultano dal complesso delle osservazioni fatte in tutto il corso dell'anno: ma prendendo questi errori separatamente per ogni stagione, essi si troverebbero per gli stessi osservatori sensibilmente diversi da una stagione all'altra; come può rilevarsi dal seguente quadro comparativo dei valori medî ottenuti da ogni osservatore nelle quattro stagioni.

Semidiametro solare per stagione

Stagioni	Respighi	N. Osserv.	Di Legge	N. Osserv.	Giacomelli	N. Osserv.	Prosperi	N. Osserv.	Medio
Inverno. . .	960″,71	42	961″,11	46	961″,18	43	961″,47	45	961″,12
Primavera .	960,75	43	961,24	49	961,06	46	961,56	53	961,15
Estate . . .	960,86	68	961,10	76	961,32	45	961,71	72	961,25
Autunno. .	960,48	47	961,07	41	961,36	55	961,61	49	961,12

Anche in quest'anno, quantunque nei valori medî del semidiametro Δ si trovino per ogni osservatore differenze sensibili da stagione a stagione, però nei medî dei risultati, ottenuti dai quattro osservatori, si riscontra un notevole accordo, il quale

esclude qualunque sensibile variazione del semidiametro apparente del sole in relazione alle stagioni, od alle varie parti dell' anno nelle quali venne determinato.

Nel seguente specchietto sono dati gli estremi fra i quali oscillano i valori del semidiametro solare, dedotti dalle singole osservazioni fatte in ogni stagione da ciascun osservatore.

Semidiametri estremi per stagioni

Stagioni	Semidiametro massimo				Semidiametro minimo			
	Respighi	Di Legge	Giacomelli	Prosperi	Respighi	Di Legge	Giacomelli	Prosperi
Inverno. . .	962″,6	963″,1	963″,5	963″,6	959″,5	959″,9	959″,7	960″,3
Primavera .	962,2	962,3	962,3	962,9	959,3	959,6	959,5	960,2
Estate . . .	962,7	962,0	963,2	963,0	959,5	960,0	960,2	959,9
Autunno . .	962,7	962,6	962,8	963,1	959,3	959,9	959,9	960,3

Dall'esame di questo specchio si deduce che quantunque da una stagione all'altra gli estremi dei valori trovati da ogni osservatore pel semidiametro solare non si mantengano costanti, però le variazioni sono abbastanza ristrette, specialmente avuto riguardo alla circostanza di aver tenuto conto anche delle osservazioni fatte in condizioni atmosferiche molto anormali.

Calcolando separatamente, colle rispettive osservazioni, gli errori o differenze probabili per ogni osservatore, si ottengono i seguenti risultati:

Errori o differenze probabili

	di una osservaaione	del medio
Respighi	± 0″,441	± 0″,031
Di Legge	0, 374	0, 026
Giacomelli	0, 474	0, 034
Prosperi	0, 459	0, 031

valori poco differenti da quelli ottenuti dalle osservazioni degli anni precedenti.

Le osservazioni del diametro orizzontale del sole, regolarmente fatte in questo Osservatorio dal 1873 sino al presente, forniscono un cumulo di dati convenientemente paragonabili ed abbastanza copiosi ed estesi per servire di base allo studio di alcune questioni, sollevate in questi ultimi anni sulla diversità del diametro solare in corrispondenza alle diverse latitudini eliocentriche, e sulla variabilità di questo importante elemento astronomico, in relazione al vario stato di attività della superficie dell'astro.

Nella mia Memoria, *Sulle osservazioni del diametro orizzontale del Sole fatte in questo Osservatorio negli anni* 1878 e 1879, io prometteva di intraprendere ricerche relativamente a queste supposte differenze e variazioni del diametro solare, coll'esame dettagliato delle nostre regolari osservazioni estese dal 1873 fino al 1880. Ma poscia considerando che questo lavoro sarebbe riuscito più completo e concludente, estendendolo anche alle osservazioni del 1881 e 1882, nelle quali sarebbe stata inchiusa l'epoca del massimo della perturbazione periodica solare, ossia del

massimo delle macchie e delle protuberanze solari, ho creduto opportuno rimettere questa importante ricerca al principio del prossimo anno 1883.

Dalle osservazioni raccolte e pubblicate si può per altro fin d'ora ricavare un importante risultato relativamente alle supposte variazioni della grandezza del diametro del sole in corrispondenza allo stato di attività della sua superficie.

Da alcuni astronomi si è sostenuto che la grandezza del diametro apparente del sole può essere sensibilmente alterata per la maggiore o minore attività dominante alla sua superficie, e manifestata per la maggiore o minore frequenza dei noti fenomeni delle macchie, delle facole e delle protuberanze; di modo che da l'epoca del massimo a quella del minimo di attività dovrebbe rimarcarsi una sensibile differenza di grandezza nel diametro solare.

Ora è certo che nel periodo dal 1877 al 1881 sono compresi, un minimo di attività verso la fine del 1877, ed un massimo dopo la metà del 1881, e conseguentemente nei valori trovati pel semidiametro solare in questi cinque anni dovrebbe presentarsi un aumento progressivo e sensibile; mentre dalle nostre osservazioni risulta:

Semidiametro apparente del sole.

1877	961″,40	da	506	osservazioni
1878	961, 23	»	584	»
1879	961, 08	»	750	»
1880	961, 14	»	888	»
1881	961, 17	»	820	»

Questi valori, mentre non confermano le supposte variazioni nell'ordine presunto, non ci autorizzano poi ad ammettere delle reali e sensibili variazioni nella grandezza del semidiametro apparente del sole, potendosi spiegare le piccole differenze da essi presentate, come effetto degli inevitabili errori di osservazione, e della diversa influenza delle condizioni atmosferiche non del tutto compensata nel corso di ogni anno.

Osservazioni del diametro orizzontale del Sole
fatte al R. Osservatorio del Campidoglio nel 1880.

Specchio I.

Data	Durata del passaggio Osservata	Durata del passaggio Nautical Almanac	Differenza	Semidiametro ridotto alla distanza media	Osservatore
1880					
Genn. 1	$2^m22^s,07$	$2^m22^s,18$	$-0^s,11$	961″,1	R
»	21,98	» »	— 0,20	960,4	D.
»	22,11	» »	— 0,07	961,3	P.
2	22,01	22,08	— 0,07	961,3	R.
»	22,21	» »	+ 0,13	962,7	D.
»	22,36	» »	+ 0,28	963,7	G.
»	22,16	» »	+ 0,08	962,4	P.
3	21,80	21,98	— 0,18	960,6	R.
»	21,91	» »	— 0,07	961,3	D.
»	21,89	» »	— 0,09	961,2	G.
»	21,74	» »	— 0,24	960,2	P.
4	21,66	21,88	— 0,22	960,3	R.
»	21,71	» »	— 0,17	960,6	D.
»	21,69	» »	— 0,19	960,5	G.
»	21,72	» »	— 0,16	960,7	P.
5	21,72	21,76	— 0,04	961,5	R.
»	21,74	» »	— 0,02	961,7	D.
»	21,67	» »	— 0,09	961,2	G.
»	21,69	» »	— 0,07	961,3	P.
6	21,41	21,64	— 0,23	960,2	R.
»	21,51	» »	— 0,13	960,9	D.
»	21,35	» »	— 0,29	959,8	G.
»	21,54	» »	— 0,10	961,1	P.
7	21,39	21,52	— 0,13	960,9	R.
»	21,50	» »	— 0,02	961,7	D.
»	21,60	» »	+ 0,08	962,4	G.
8	21,19	21,38	— 0,19	960,5	R.
»	21,29	» »	— 0,09	961,2	D.
»	21,41	» »	+ 0,03	962,0	G.
»	21,31	» »	— 0,07	961,3	P.
9	20,99	21,22	— 0,23	960,2	R.
»	21,13	» »	— 0,09	961,2	D.
»	21,17	» »	— 0,05	961,4	G.
»	21,06	» »	— 0,16	960,7	P.
10	21,06	21,08	— 0,02	961,7	R.
»	20,97	» »	— 0,11	961,0	D.
»	21,01	» »	— 0,07	961,3	G.
11	20,84	20,92	— 0,08	961,3	D.
»	20,83	» »	— 0,09	961,2	G.
»	20,81	» »	— 0,11	961,0	P.
12	20,56	20,76	— 0,20	960,4	R.
»	20,76	» »	0,00	961,8	D.
»	20,61	» »	— 0,15	960,8	G.
»	20,75	» »	— 0,01	961,7	P.
13	20,49	20,58	— 0,09	961,2	R.

Data	Durata del passaggio Osservata	Durata del passaggio Nautical Almanac	Differenza	Semidiametro ridotto alla distanza media	Osservatore
1880					
Genn. 13	$2^m20^s,61$	$2^m20^s,58$	$+0^s,03$	962″,0	D.
»	20,56	» »	— 0,02	961,7	G.
»	20,60	» »	+ 0,02	962,0	P.
14	20,25	20,40	— 0,15	960,8	R.
»	20,34	» »	— 0,06	961,4	D.
»	20,27	» »	— 0,13	960,9	G.
»	20,38	» »	— 0,02	961,7	P.
16	19,88	20,04	— 0,16	960,7	R.
»	19,97	» »	— 0,07	961,3	D.
»	19,97	» »	— 0,07	961,3	G.
»	20,03	» »	— 0,01	961,7	P.
17	19,63	19,84	— 0,21	960,4	R.
»	19,75	» »	— 0,09	961,2	D.
»	19,59	» »	— 0,25	960,1	G.
»	19,74	» »	— 0,10	961,1	P.
19	19,24	19,46	— 0,22	960,3	R.
»	19,34	» »	— 0,12	961,0	D.
»	19,45	» »	— 0,01	961,7	G.
»	19,26	» »	— 0,20	960,4	P.
20	19,13	19,26	— 0,13	960,9	R.
»	19,23	» »	— 0,03	961,6	D.
»	19,23	» »	— 0,03	961.6	G.
»	19,16	» »	— 0,10	961,1	P.
22	18,67	18,84	— 0,17	960,6	R.
»	18,78	» »	— 0,06	961,4	D.
»	18,80	» »	— 0,04	961,5	G.
»	18,68	» »	— 0,16	960,7	P.
25	17,89	18,18	— 0,29	959,8	R.
»	17,99	» »	— 0,19	960,5	D.
»	17,94	» »	— 0,24	960,1	G.
»	18,04	» »	— 0,14	960,8	P.
26	17,60	17,96	— 0,36	959,3	R.
»	17,67	» »	— 0,29	959,8	D.
»	17,70	» »	— 0,26	960.0	G.
»	17,85	» »	— 0,11	961,0	P.
Febbr. 1	16,42	16,60	— 0,18	960,5	R.
»	16,49	» »	— 0,11	961,0	D.
»	11,46	» »	— 0,14	960,8	G.
»	16,56	» »	— 0,04	961,5	P.
2	16,15	16,36	— 0,21	960,3	R.
»	16,22	» »	— 0,14	960,8	D.
»	16,21	» »	— 0,15	960,7	G.
»	16,22	» »	— 0,14	960^s8	P.
3	15,94	16,14	— 0,20	960,4	R.
»	16,04	» »	— 0,10	961,1	D.

Osservazioni del diametro orizzontale del Sole
fatte al R. Osservatorio del Campidoglio nel 1880.

DATA	Durata del passaggio – Osservata	Durata del passaggio – Nautical Almanac	Differenza	Semidiametro ridotto alla distanza media	Osservatore
1880					
Febbr. 3	$2^m15^s,99$	$2^m16^s,14$	$-0^s,15$	960″,7	G.
»	16,04	» »	— 0,10	961,1	P.
4	15,76	15,90	— 0,14	960,8	R.
»	15,88	» »	— 0,02	961,7	D.
»	15,85	» »	— 0,05	961,5	G.
»	15,88	» »	— 0,02	961,7	P.
5	15,58	15,66	— 0,08	961,2	R.
»	15,79	» »	+ 0,13	962,7	D.
»	15,64	» »	— 0,02	961,7	G.
»	15,64	» »	— 0,02	961,7	P.
6	15.32	15,44	— 0,12	961,0	R.
»	15,36	» »	— 0,08	961,2	D.
»	15,55	» »	+ 0,11	962,6	G.
»	15.41	» »	— 0,03	961.6	P.
9	14,60	14,76	— 0,16	960,7	R.
»	14,67	» »	— 0,09	961,2	D.
»	14,65	» »	— 0,11	961,0	G.
»	14,76	» »	0,00	961,8	P.
13	13,80	13,88	— 0,08	961,2	R.
»	13,72	» »	— 0,16	960,7	D.
»	13,83	» »	— 0,05	961,5	G.
›	13,77	» »	— 0,11	961,0	P.
14	13,39	13,66	— 0,27	960,0	R.
»	13,52	» »	— 0,14	960,8	D.
»	13,54	» »	— 0,12	961,0	G.
»	13,52	» »	— 0,14	960,8	P.
15	13,32	13,46	— 0,14	960,8	R.
»	13,50	» »	— 0,04	962,1	D.
»	13,46	» »	0,00	961,8	G.
»	13,51	» »	+ 0,05	962,3	P.
16	13,04	13,24	— 0,20	960,4	R.
»	13,19	» »	— 0,05	961,5	D.
»	13,06	» »	— 0,18	960,5	G.
»	13,09	» »	— 0,15	960,7	P.
19	12,57	12,64	— 0,07	961,3	R.
»	12,60	» »	— 0,04	961,5	D.
»	12,70	» »	+ 0,06	962,3	G.
»	12,66	» »	+ 0,02	962,0	P.
20	12,38	12,44	— 0,06	961,4	D.
»	12,35	» »	— 0,09	961,2	G.
»	12,39	» »	— 0,05	961,5	P.
21	12,06	12,26	— 0,20	960,4	R.
»	12,23	» »	— 0,03	961,6	D.
»	12,16	» »	— 0,10	961,1	G.
»	12,18	» »	— 0,08	961,2	P.

DATA	Durata del passaggio – Osservata	Durata del passaggio – Nautical Almanac	Differenza	Semidiametro ridotto alla distanza media	Osservatore
1880					
Febb. 25	$2^m11^s,49$	$2^m11^s,54$	$-0^s,05$	961″,5	R.
»	11,49	» »	— 0,05	961,5	D.
»	11,59	» »	+ 0,05	962,2	G.
»	11,46	» »	— 0,08	961,2	P.
27	11,02	11,20	— 0,18	960,5	R.
»	10,89	» »	— 0,31	959,5	D.
»	10,94	» »	— 0,26	959,9	G.
»	11,02	» »	— 0,18	960,5	P.
28	10,97	11,04	— 0,07	961,3	R.
»	11,01	» »	— 0,03	961,6	D.
»	11,02	» »	— 0,02	961,7	G.
»	11,00	» »	— 0,04	961,5	P.
29	10,86	10,90	— 0,04	961,5	R.
»	10,94	» »	+ 0,04	962,1	D.
»	10,91	» »	+ 0,01	961,9	G.
»	10,91	» »	+ 0,01	961,9	P.
Marzo 1	10,78	10,74	+ 0,04	962,1	R.
»	10,86	» »	+ 0,12	962,7	D.
»	11,01	» »	+ 0,27	963,6	G.
»	10,88	» »	+ 0,14	962,9	P.
2	10,57	10,60	— 0,03	961,6	R.
»	10,71	» »	+ 0,11	962,6	D.
»	10,69	» »	+ 0,09	962,5	G.
»	10,65	»	+ 0,05	962,2	P.
3	10,46	10,46	0,00	961,8	R.
»	10,56	» »	+ 0,10	962,6	D.
»	10,47	» »	+ 0,01	961,9	G.
»	10,48	» »	+ 0,02	962,0	P.
4	10,34	10,34	0,00	961,8	R.
»	10,47	» »	+ 0,13	962,8	D.
»	10,38	» »	+ 0,04	962,1	G.
»	10,46	» »	+ 0,12	962,7	P.
5	10,21	10.20	+ 0,01	961,9	R.
»	10,19	» »	— 0,01	961,7	G.
»	10,20	» «	0,00	961,8	P.
6	9,91	10,08	— 0,17	960,5	R.
»	9,86	» »	— 0,22	960,2	G.
»	9,96	» »	— 0,12	960,9	P.
7	9,77	9,96	— 0,19	960,4	R.
»	9,86	» »	— 0,10	961,1	D.
»	9,80	» »	— 0,16	960,6	G.
»	9,89	» »	— 0,07	961,3	P.
8	9,72	9.86	— 0,14	960,8	R.
»	9,74	» »	— 0,12	960,9	D.
»	9,78	» »	— 0,08	961,2	G.

Osservazioni del diametro orizzontale del Sole fatte al R. Osservatorio del Campidoglio nel 1880.

DATA	Durata del passaggio		Differenza	Semidiametro ridotto alla distanza media	Osservatore
	Osservata	Nautical Almanac			
1880					
Marzo 8	2m 9s,69	2m 9s,86	—0s,17	960″,5	P.
9	9.61	9,76	— 0,15	960,7	R.
»	9,61	» »	— 0,15	960,7	D.
»	9,63	» »	— 0,13	960,9	G.
»	9,74	» »	— 0,02	961,7	P.
10	9,46	9,66	— 0,20	960,3	R.
»	9,56	» »	— 0,10	961,1	D.
»	9,52	» »	— 0,14	960,8	G.
»	9,56	» »	— 0,10	961,1	P.
11	9,38	9,56	— 0,18	960,5	R.
»	9,63	» »	+ 0,07	962,3	D.
»	9,47	» »	— 0,09	961,2	G.
»	9,56	» »	0,00	961,8	P.
12	9,38	9,48	— 0,10	961,1	R.
»	9,47	» »	— 0,01	961,7	D.
»	9,45	» »	— 0,03	961,6	G.
»	9,50	» »	+ 0,02	962,0	P.
13	9,19	9,40	— 0,21	960,3	R.
»	9,41	» »	+ 0,01	961,9	D.
»	9,42	» »	+ 0,02	962,0	G.
»	9,36	» »	— 0,04	961,5	P.
14	9,12	9,32	— 0,20	960,3	R.
»	9,20	» »	— 0,12	960,9	D.
»	9,09	» »	— 0,23	960,1	G.
»	9,23	» »	— 0,09	961,1	P.
18	8,96	9,10	— 0,14	960,8	R.
»	8,98	» »	— 0,12	960,9	D.
»	8,90	» »	— 0,20	960,4	G.
»	9,09	» »	— 0,21	960,2	P.
19	8,98	9,04	— 0,06	961,4	D.
»	8,90	» »	— 0,14	960,8	G.
»	9,09	» »	+ 0,05	962,2	P.
20	8,87	9,00	— 0,13	960,9	R.
»	8,96	» »	— 0,04	961,5	D.
»	8,91	» »	— 0,09	961,1	G.
»	8,93	» »	— 0,07	961,3	P.
22	8,82	8,96	— 0,14	960,8	R.
»	8,95	» »	— 0,01	961,7	D.
»	8,82	» »	— 0,14	960,8	G.
»	8,83	» »	— 0,13	960,9	P.
24	8,79	8,92	— 0,13	960,9	R.
»	8,87	» »	— 0,05	961,4	D.
»	S,84	» »	— 0,08	961,2	G.
»	8,91	» »	— 0,01	961,7	P.
25	8,69	8,92	— 0,23	960,1	R.
1880					
Marz. 25	2m 8s,89	2m 8s,92	—0s,03	961″,6	D.
»	8,61	» »	— 0,31	959,5	G.
»	8,81	» »	— 0,11	961,0	P.
29	8,92	8,94	— 0,02	961,7	D.
»	8,80	» »	— 0,14	960,8	G.
»	8,80	» »	— 0,14	960,8	P.
31	8,81	8,98	— 0,17	960,5	R.
»	8,84	» »	— 0,14	960,8	D.
»	8,69	» »	— 0,29	959,7	G.
»	8,89	» »	— 0,09	961,1	P.
Aprile 1	8,90	9,02	— 0,12	960,9	R.
»	8,96	» »	— 0,06	961,4	D.
»	8,96	» »	— 0,06	961,4	G.
»	8,99	» »	— 0,03	961,6	P.
3	8,99	9,10	— 0,11	961,0	R.
»	9,06	» »	— 0,04	961,5	D.
»	9,09	» »	— 0,01	961,7	G.
»	9,09	» »	— 0,01	961,7	P.
6	9,16	9,26	— 0,10	961,1	R.
»	9,26	» »	0,00	961,8	D.
»	9,23	» »	— 0,03	961,6	G.
»	9,16	» »	— 0,10	961,1	P.
8	9,28	9,40	— 0,12	960,9	R.
»	9,39	» »	— 0,01	961,7	D.
»	9,29	» »	— 0,11	961,0	G.
»	9,30	» »	— 0,10	961,1	P.
13	9,71	9,82	— 0,11	961,0	R.
»	9,77	» »	— 0,05	961,4	D.
»	9,61	» »	— 0,21	960,3	G.
»	9,76	» »	— 0,06	961,4	P.
14	9,70	9,92	— 0,22	960,2	R.
»	9,81	» »	— 0,11	961,0	G.
»	9,89	» »	— 0,03	961,6	P.
21	10,71	10,76	— 0,05	961,4	R.
»	10,67	» »	— 0,09	961,1	D.
»	10,77	» »	+ 0,01	961,9	G.
»	10,87	» »	+ 0,11	962,6	P.
22	10,76	10,88	— 0,12	960,9	R.
»	10,84	» »	— 0,04	961,5	D.
»	10,90	» »	+ 0,02	962,0	G.
»	10,96	» »	+ 0,08	962,4	P.
23	10,88	11,02	— 0,14	960,8	R.
»	10,94	» »	— 0,08	961,2	D.
»	10,81	» »	— 0,21	960,3	G.
»	10,91	» »	— 0,11	961,0	P.

Osservazioni del diametro orizzontale del Sole fatte al R. Osservatorio del Campidoglio nel 1880.

Data	Durata del passaggio		Differenza	Semidiametro ridotto alla distanza media	Osservatore
	Osservata	Nautical Almanac			
1880					
Aprile 24	$2^m10^s,81$	$2^m11^s,16$	$-0^s,35$	959″,2	R.
»	11,05	» »	— 0,11	961,0	D.
»	11,08	» »	— 0,08	961,2	G.
»	11,12	» »	— 0,04	961,5	P.
26	11,32	11,44	— 0,12	960,9	R.
»	11,40	» »	— 0,04	961,5	D.
»	11,32	» »	— 0,12	960,9	G.
»	11,45	» »	+ 0,01	961,9	P.
29	11,69	11,88	— 0,19	960,4	R.
»	11,80	» »	— 0,08	961,2	D.
»	11,70	» »	— 0,18	960,5	G.
»	11,71	» »	— 0,17	960,5	P.
30	11,72	12,04	— 0,32	959,4	R.
»	11,90	» »	— 0,14	960,8	D.
»	11,80	» »	— 0,24	960,0	G.
»	11,86	» »	— 0,18	960,5	P.
Magg. 1	12,16	12,20	— 0,04	961,5	R.
»	12,23	» »	+ 0,03	962,0	D.
»	12,06	» »	— 0,14	960,8	G.
»	12,14	» »	— 0,06	961,4	P.
6	12,80	13,00	— 0,20	960,4	R.
»	12,85	» »	— 0,15	960,7	G.
»	12,85	» »	— 0,15	960,7	P.
7	12,97	13,16	— 0,19	960,4	R.
»	13,01	» »	— 0,15	960,7	D.
»	12,99	» »	— 0,17	960,6	G
»	13,05	» »	— 0,11	961,0	P.
14	14,17	14,32	— 0,15	960,8	R.
»	14,24	» »	— 0,08	961,3	D.
»	14,19	» »	— 0,13	960,9	G.
»	14,23	» »	— 0,09	961,2	P.
15	14,45	14,48	— 0,03	961,6	R.
»	14,47	» »	— 0,01	961,7	D.
»	14,61	» »	+ 0,13	962,7	G.
»	14,52	» »	+ 0,04	962,1	P.
17	14,69	14,80	— 0,11	961,1	R.
»	14,59	» »	— 0,21	960,3	D.
»	14,59	» »	— 0,21	960,3	G.
»	14,64	» »	— 0,16	960,7	P.
20	15,17	15,28	— 0,11	961,1	R.
»	15,20	» »	— 0,08	961,3	D.
»	15,18	» »	— 0,10	961,1	G.
»	15,27	» »	— 0,01	961,7	P.
21	15,25	15,42	— 0,17	960,6	R.
»	15,24	» »	— 0,18	960,6	D.
1880					
Magg. 21	$2^m15^s,16$	$2^m15^s,42$	$-0^s,26$	960″,0	G.
»	15,31	» »	— 0,11	961,1	P.
22	15,46	15,58	— 0,12	961,0	R.
»	15,47	» »	— 0,11	961,1	D.
»	15,61	» »	+ 0,03	962,0	G.
»	15,71	» »	+ 0,13	962,7	P.
24	15,71	15,86	— 0,15	960,8	R.
»	15,83	» »	— 0,03	961,6	D.
»	15,74	» »	— 0,12	961,0	G.
»	15,80	» »	— 0,06	961,4	P.
25	15,91	16,00	— 0,09	961,2	R.
»	15,99	» »	— 0,01	961,7	D.
»	15,95	» »	— 0,05	961,5	G.
»	16,11	» »	+ 0,11	962,6	P.
26	16,11	16,14	— 0,03	961,6	R.
»	16,08	» »	— 0,06	961,4	D.
»	16,17	» »	+ 0,03	962,0	P.
27	16,18	16,26	— 0,08	961,3	R.
»	16,15	» »	— 0,11	961,1	D.
»	16,17	» »	— 0,09	961,2	G.
»	16,29	» »	+ 0,03	962,0	P.
28	16,19	16,40	— 0,21	960,3	R.
»	16,37	» »	— 0,03	961,6	D.
»	16,46	» »	+ 0,06	962,2	G.
»	16,35	» »	— 0,05	961,5	P.
29	16,41	16.52	— 0,11	961,1	R.
»	16,45	» »	— 0,07	961,3	D.
»	16,35	» »	— 0,17	960,6	G.
»	16,49	» »	— 0,03	961,6	P.
30	16,44	16,64	— 0,20	960,4	R.
»	16,50	» »	— 0,14	960,8	D.
»	16,46	» »	— 0,18	960,3	G.
»	16,59	» »	— 0,05	961,5	P.
Giugno 1	16,66	16,86	— 0,20	960,4	R.
»	16,70	» »	— 0,16	960,7	D.
»	16,55	» »	— 0,31	959,7	G.
»	10 79	» »	— 0,07	961,3	P.
3	16,92	17,08	— 0,16	960,7	R.
»	16,89	» »	— 0,19	960,5	D.
»	16,91	» «	— 0,17	960,6	G.
4	17,14	17,18	— 0,04	961,5	R.
»	17,09	» »	— 0,09	961,2	D.
»	17,13	» »	— 0,05	961,5	G.
»	17,16	» »	— 0,02	961,7	P.
6	17,18	17,36	— 0,18	960,6	R.

Osservazioni del diametro orizzontale del Sole fatte al R. Osservatorio del Campidoglio nel 1880.

Data	Durata del passaggio		Differenza	Semidiametro ridotto alla distanza media	Osservatore
	Osservata	Nautical Almanac			
1880					
Giugno 6	$2^m17^s,22$	$2^m17^s,36$	$-0^s,14$	960″,9	D.
»	17,27	» »	— 0,09	961,2	G.
»	17,21	» »	— 0,15	960,8	P.
7	17,28	17,44	— 0,16	960,7	R.
»	17,42	» »	— 0,02	961,7	D.
»	17,38	» »	— 0,06	961,4	G.
»	17,39	» »	— 0,05	961,5	P.
8	17,28	17,50	— 0,22	960,3	R.
»	17,40	» »	— 0,10	961,1	D.
»	17,35	» »	— 0,15	960,8	G.
»	17,41	» »	— 0,09	961,2	P.
9	17,52	17,58	— 0,06	961,4	R.
»	17,57	» »	— 0,01	961,7	D.
»	17,47	» »	— 0,11	961,1	G.
10	17,48	17,64	— 0,16	960,7	R.
»	17,56	» »	— 0,08	961,3	D.
»	17,69	» »	+ 0,05	962,2	G.
»	17,68	» »	+ 0,04	962,1	P.
11	17,55	17,70	— 0,15	960,8	R.
»	17,62	» »	— 0,08	961,3	D.
»	17,59	» »	— 0,11	961,1	G.
»	17,71	» »	+ 0,01	961,9	P.
12	17,51	17,74	— 0,23	960,2	R.
»	17,65	» »	— 0,09	961,2	D.
»	17,50	» »	— 0,24	960,2	G.
»	17,53	» »	— 0,21	960,4	P.
16	17,85	17,90	— 0,05	961,5	D.
»	17,88	» »	— 0,02	961,7	G.
»	17,84	» »	— 0,06	961,4	P.
17	17,77	17,92	— 0,15	960,8	R.
»	17,82	» »	— 0,10	961,1	D.
»	17,82	» »	— 0,10	961,1	G.
»	17,86	» »	— 0,06	961,4	P.
18	17,71	17,92	— 0,21	960,4	R.
»	17,94	» »	+ 0,02	962,0	P.
19	17,87	17,94	— 0,07	961,3	R.
»	17,96	» »	+ 0,02	962,0	G.
»	18,00	» »	+ 0,06	962,2	P.
20	17,95	17,94	+ 0,01	961,9	R.
»	17,92	» »	— 0,02	961,7	G.
»	18,04	» »	+ 0,10	962,5	P.
21	17,92	17,92	0,00	961,8	G.
»	17,96	» »	+ 0,04	962,1	P.
22	17,76	17,92	— 0,16	960,7	R.
»	17,64	» »	— 0,28	959,9	G.
1880					
Giug. 22	$2^m17^s,88$	$2^m17^s,92$	$-0^s,04$	961″,5	P.
23	17,97	17,90	+ 0,07	962,3	R.
»	18,02	» »	+ 0,12	962,6	G.
»	17,97	» »	+ 0,07	962,3	P.
24	17,79	17,86	— 0,07	961,3	R.
»	17,90	» »	+ 0,04	962,1	G.
»	17,93	» »	+ 0,07	962,3	P.
25	17,79	17,84	— 0,05	961,5	R.
»	17,84	» »	0,00	961,8	G.
»	17,87	» »	+ 0,03	962,0	P.
28	17,64	17,70	— 0,06	961,4	R.
»	17,74	» »	+ 0,04	962,1	G.
»	17,71	» »	+ 0,01	961,9	P.
29	17,71	17,64	+ 0,07	962,3	G.
»	17,69	» »	+ 0,05	962,2	P.
30	17,50	17,56	— 0,06	961,4	R.
»	17,67	» »	+ 0,11	962,6	G.
»	17,66	» »	+ 0,10	962,5	P.
Luglio 1	17,44	17,50	— 0,06	961,4	R.
»	17,40	» »	— 0,10	961,1	G.
»	17,49	» »	— 0,01	961,7	P.
2	17,13	17,42	— 0,29	959,8	R.
»	17,27	» »	— 0,15	960,8	G.
»	17,31	» »	— 0,11	961,1	P.
3	17,35	17,34	+ 0,01	961,9	R.
»	17,42	» »	+ 0,08	962,4	G.
»	17,41	» »	+ 0,07	962,3	P.
4	16,96	17,24	— 0,28	959,9	R.
»	17,11	» »	— 0,13	960,9	G.
»	17,16	» »	— 0,08	961,3	P.
5	17,15	17,14	+ 0,01	961,9	G.
»	17,12	» »	— 0,02	961,7	P.
7	16,82	16,94	— 0,12	961,0	R.
»	16,96	» »	+ 0,02	962,0	G.
»	16,96	» »	+ 0,02	962,0	P.
8	16,74	16,84	— 0,10	961,1	R.
»	16,74	» »	— 0,10	961,1	G.
»	16,74	» »	— 0,10	961,1	P.
9	16,56	16,72	— 0,16	960,7	R.
»	16,53	» »	— 0,19	960,5	G.
»	16,67	» »	— 0,05	961,5	P.
10	16,63	16,60	+ 0,03	962,0	R.
»	16,48	» »	— 0,12	961,0	G.
»	16,50	» »	— 0,10	961,1	P.
11	16,49	16,48	+ 0,01	961,9	R.

Osservazioni del diametro orizzontale del Sole fatte al R. Osservatorio del Campidoglio nel 1880.

Data	Durata del passaggio: Osservata	Durata del passaggio: Nautical Almanac	Differenza	Semidiametro ridotto alla distanza media	Osservatore
1880					
Lugl. 11	2m16s,28	2m16s,48	—0s,20	960″,5	G.
»	16,41	» »	— 0,07	961,3	P.
12	16,24	16,36	— 0,12	961,0	R.
»	16,34	» »	— 0,02	961,7	G.
»	16,31	» »	— 0,05	961,5	P.
13	16,01	16,22	— 0,21	960,4	R.
»	16,05	» »	— 0,17	960,6	G.
14	16,06	16,08	— 0,02	961,7	R
»	15,98	» »	— 0,10	961,1	G.
15	15,89	15,94	— 0,05	961,5	R.
»	15,77	» »	— 0,17	960,6	G.
16	15,69	15,80	— 0,11	961,1	R.
»	15,78	» »	— 0,02	961,7	G.
17	15,54	15,64	— 0,10	961,1	R.
»	15,50	» »	— 0,14	960,8	G.
18	15,33	15,50	— 0,17	960,6	R.
»	15,41	» »	— 0,09	961,2	G.
19	15,30	15,34	— 0,04	961,5	R.
»	15,11	» »	— 0,23	960,2	G.
20	15,06	15,18	— 0,12	961,0	R.
»	15,16	» »	— 0,02	961,7	G.
21	14,80	15,02	— 0,22	960,3	R.
»	14,86	» »	— 0,16	960,7	G.
22	14,76	14,86	— 0,10	961,1	R.
»	14,71	» »	— 0,15	960,7	G.
23	14,45	14,70	— 0,25	960,1	R.
»	14,57	» »	— 0,13	960,9	G.
24	14,31	14,54	— 0,23	960,2	R.
»	14,33	» »	— 0,21	960,4	G.
25	14,10	14,36	— 0,26	960,0	R.
»	14,32	» »	— 0,04	961,5	G.
26	14,11	14,20	— 0,09	961,2	R.
»	14,16	» »	— 0,04	961,5	G.
27	13,84	14,02	— 0,18	960,6	R.
»	13,90	» »	— 0,12	961,0	G.
28	13,77	13,86	— 0,09	961,2	R.
»	13,84	» »	— 0,02	961,7	G.
29	13,64	13,68	— 0,04	961,5	R.
»	13,60	» »	— 0,08	961,3	D.
»	13,66	» »	— 0,02	961,7	G.
30	13,24	13,50	— 0,26	960,0	R.
»	13,41	» »	— 0,09	961,2	G.
31	13,01	13,34	— 0,33	959,5	R.
»	13,16	» »	— 0,18	960,6	G.
Agosto 2	12,72	12,98	— 0,26	960,0	R.

Data	Durata del passaggio: Osservata	Durata del passaggio: Nautical Almanac	Differenza	Semidiametro ridotto alla distanza media	Osservatore
1880					
Agosto 2	2m12s,98	2m12s,98	0s,00	961″,8	G.
»	12,82	» »	— 0,16	960,7	P.
3	12,66	12,80	— 0,14	960,8	R.
»	12,84	» »	+ 0,04	962,1	G.
»	12,82	» »	+ 0,02	962,0	P.
4	12,59	12,64	— 0,05	961,5	R.
»	12,54	» »	— 0,10	961,1	G.
»	12,64	» »	0,00	961,8	P.
5	12,35	12,46	— 0,11	961,0	R.
»	12,46	» »	0,00	961,8	P.
6	12,19	12,30	— 0,11	961,0	R.
»	12,30	» »	0,00	961,8	P.
7	11,91	12,12	— 0,21	960,3	R.
»	11,93	» »	— 0,19	960,5	G.
»	11,88	» »	— 0,24	960,1	P.
8	11,96	11,96	0,00	961,8	R.
»	12,03	» »	+ 0,07	962,3	G.
»	11,99	» »	+ 0,03	962,0	P.
9	11,65	11,78	— 0,13	960,9	R.
»	11,67	» »	— 0,11	961,0	G.
»	11,73	» »	— 0,05	961,5	P.
10	11,59	11,62	— 0,03	961,6	G.
»	11,55	» »	— 0,07	961,3	P.
11	11,31	11,46	— 0,15	960,7	R.
»	11,39	» »	— 0,07	961,3	G.
»	11,36	» »	— 0,10	961,1	P.
12	11,07	11,30	— 0,23	960,2	R.
»	11,08	» »	— 0,22	960,3	G.
»	11,17	» »	— 0,13	960,9	P.
13	10,96	11,14	— 0,18	960,5	R.
»	11,08	» »	— 0,06	961,4	G.
»	11,15	» »	+ 0,01	961,9	P.
14	11,01	10,98	+ 0,03	962,0	R.
»	11,01	» »	+ 0,03	962,0	G.
15	10,69	10,82	— 0,13	960,9	R.
»	10,72	» »	— 0,10	961,0	G.
»	10,74	» »	— 0,08	961,2	P.
16	10,52	10,68	— 0,16	960,7	R.
»	10,73	» »	+ 0,05	962,2	G.
»	10,65	» »	— 0,03	961,6	P.
17	10,43	10,52	— 0,09	961,2	R.
»	10,41	» »	— 0,11	961,0	G.
»	10,41	» »	— 0,11	961,0	P.
18	10,17	10,38	— 0,21	960,3	G.
»	10,32	» »	— 0,06	961,4	P.

Osservazioni del diametro orizzontale del Sole
fatte al R. Osservatorio del Campidoglio nel 1880.

Data	Durata del passaggio		Differenza	Semidiametro ridotto alla distanza media	Osservatore
	Osservata	Nautical Almanac			
1880					
Agost. 19	$2^m10^s,04$	$2^m10^s,24$	$-0^s,20$	960",4	R.
»	10,21	» »	— 0,03	961,6	G.
»	10,11	» »	— 0,13	960,9	P.
20	9,99	10,10	— 0,11	961,0	R.
»	10,05	» »	— 0,05	961,5	G.
»	10,06	» »	— 0,04	961,5	P.
21	9,78	9,96	— 0,18	960,5	R.
»	9,77	» »	— 0,19	960,4	G.
»	9,92	» »	— 0,04	961,5	P.
22	9,80	9,84	— 0,04	961,5	P.
23	9,61	9,70	— 0,09	961,2	R.
»	9,59	» »	— 0,11	961,0	G.
»	9,79	» »	+ 0,09	962,5	P.
24	9,56	9,58	— 0,02	961,7	R.
»	9,57	» »	— 0,01	961,7	G.
»	9,51	» »	— 0,07	961,3	P.
25	9,36	9,46	— 0,10	961,1	R.
»	9,36	» »	— 0,10	961,1	G.
»	9,42	» »	— 0,04	961,5	P.
27	9,04	9,24	— 0,20	960,3	R.
»	9,01	» »	— 0,23	960,1	G.
»	9,22	» »	— 0,02	961,7	P.
28	8,98	9,12	— 0,14	960,8	R.
»	9,01	» »	— 0,11	961,0	G.
»	9,06	» »	— 0,06	961,4	P.
30	8,70	8,92	— 0,22	960,2	R.
»	8,76	» »	— 0,16	960,6	G.
»	8,85	» »	— 0,07	961,3	P.
Sett. 3	8,54	8.58	— 0,04	961,5	R.
»	8,62	» »	+ 0,04	962,1	D.
»	8,51	» »	— 0,07	961,3	G.
»	8,67	» »	+ 0,09	962,5	P.
4	8,46	8,52	— 0,06	961,4	R.
»	8,50	» »	— 0,02	961,7	D.
»	8,41	» »	— 0,11	961,0	G.
»	8,66	» »	+ 0,14	962,9	P.
5	8,35	8,44	— 0,09	961,2	D.
»	8,34	» »	— 0,10	961,1	G.
»	8,41	» »	— 0,03	961,6	P.
6	8,31	8,38	— 0,07	961,3	D.
»	8,28	» »	— 0,10	961,1	G.
»	8,32	» »	— 0,06	961,4	P.
7	8,31	8,32	— 0,01	961,7	D.
»	8,27	» »	— 0,05	961,4	G.
»	8,29	» »	— 0,03	961,6	P.

Data	Durata del passaggio		Differenza	Semidiametro ridotto alla distanza media	Osservatore
	Osservata	Nautical Almanac			
1880					
Sett. 8	$2^m\ 8^s,14$	$2^m\ 8^s,28$	$-0^s,14$	960",8	D.
»	8,01	» »	— 0,27	959,8	G.
»	8,17	» »	— 0,11	961,0	P.
9	8,13	8,24	— 0,11	961,0	D.
»	8,06	» »	— 0,18	960,5	G.
»	8,14	» »	— 0,10	961,1	P.
10	8,06	8,20	— 0,14	960,8	D.
»	8,14	» »	— 0,06	961,4	G.
»	8,14	» »	— 0,06	961,4	P.
11	8,15	8,16	— 0,01	961,7	D.
»	8,04	» »	— 0,12	960,9	G.
»	8,14	» »	— 0,02	961,7	P.
12	7,90	8,14	— 0,24	960,0	R.
»	7,99	» »	— 0,15	960,7	D.
»	7,94	» »	— 0,20	960,3	G.
»	8,06	» »	— 0,08	961,2	P.
14	7,84	8,10	— 0,26	959,9	R.
»	7,96	» »	— 0,14	960,8	D.
»	7,81	» »	— 0,29	959,7	G.
»	8,04	» »	— 0,06	961,4	P.
15	8,01	8,08	— 0,07	961,3	D.
»	7,97	» »	— 0,11	961,0	G.
»	8,11	» »	+ 0,03	962,0	P.
16	7,76	8,08	— 0,32	959,4	R.
»	7,93	» »	— 0,15	960,7	D.
»	7,88	» »	— 0,20	960,3	G.
»	8,13	» »	+ 0,05	962,2	P.
17	7,94	8,10	— 0,16	960,6	R.
»	7,94	» »	— 0,16	960,6	D.
»	7,86	» »	— 0,24	960,0	G.
»	8,02	» »	— 0,08	961,2	P.
18	8,07	8,10	— 0,03	961,6	R.
»	8,04	» »	— 0,06	961,4	D.
»	8,14	» »	+ 0,04	962,1	G.
»	8,28	» »	+ 0,18	963,2	P.
19	8,04	8,12	— 0,08	961,2	R.
»	8,11	» »	— 0,01	961,7	D.
»	8,07	» »	— 0,05	961,4	G.
»	8,27	» »	+ 0,15	962,9	P.
21	8,02	8,16	— 0,14	960,8	R.
»	8,08	» »	— 0,08	961,2	D.
»	8,09	» »	— 0,07	961,3	G.
»	8,14	» »	— 0,02	961,7	P.
22	7,99	8,18	— 0,19	960,4	R.
»	8,13	» »	— 0,05	961,4	D.

Osservazioni del diametro orizzontale del Sole fatte al R. Osservatorio del Campidoglio nel 1880.

Data	Durata del passaggio		Differenza	Semidiametro ridotto alla distanza media	Osservatore
	Osservata	Nautical Almanac			
1880					
Sett. 22	2m 8s,16	2m 8s,18	—0s,02	961″,7	G.
»	8,27	» »	+ 0,09	962,5	P.
23	8,12	8,22	— 0,10	961,1	R.
»	8,20	» »	— 0,02	961,7	D.
»	8,25	» »	+ 0,03	962,0	G.
»	8,25	» »	+ 0,03	962,0	P.
24	8,20	8,26	— 0,06	961,4	D.
»	8,21	» »	— 0,05	961,4	G.
»	8,24	» »	— 0,02	961,7	P.
25	8,29	8,32	— 0,03	961,6	R.
»	8,14	» »	— 0,18	960,5	D.
»	8,18	» »	— 0,14	960,8	G.
»	8,26	» »	— 0,06	961,4	P.
26	8,25	8,38	— 0,13	960,8	R.
»	8,23	» »	— 0,15	960,7	D.
»	8,33	» »	— 0,05	961,4	G.
»	8,26	» »	— 0,12	960,9	P.
27	8,17	8,44	— 0,27	959,8	R.
»	8,32	» »	— 0,12	960,9	D.
»	8.21	» »	— 0,23	960,1	G.
»	8,23	» »	— 0,21	960,3	P.
28	8,26	8.50	— 0,24	960,0	R.
»	8,34	» »	— 0,16	960,6	D.
»	8,34	» »	— 0,16	960,6	G.
»	8,61	» »	+ 0,11	962,6	P.
29	8,38	8,58	— 0,20	960,3	R.
»	8,49	» »	— 0,09	961,1	D.
»	8,51	» »	— 0,07	961,3	G.
»	8,52	» »	— 0,06	961,4	P.
30	8,56	8,66	— 0,10	961,1	R.
»	8,64	» »	— 0,02	961,7	D.
»	8,54	» »	— 0,12	960,9	G.
»	8,62	» »	— 0,04	961,5	P.
Ottob. 1	8,73	8,74	— 0,01	961,7	R.
»	8,77	» »	+ 0,03	962,0	D.
»	8,61	» »	— 0,13	960,8	G.
»	8,72	» »	— 0,02	961,7	P.
2	8,71	8,84	— 0,13	960,8	R.
»	8.70	» »	— 0,14	960,8	D.
»	8,71	» »	— 0,13	960,8	G.
»	8,69	» »	— 0,15	960,7	P.
3	8,79	8,94	— 0,15	960,7	R.
»	8,94	» »	0,00	916,8	D.
»	8,87	» »	— 0,07	961,3	G.
»	8,84	» »	— 0,10	961,1	P.
1880					
Ottob. 4	2m 8s,85	2m 9s,04	—0s,19	960″,4	R.
»	8,95	» »	— 0,09	961,2	D.
»	8,89	» »	— 0,15	960,7	G.
»	9,12	» »	+ 0,08	962,4	P.
6	8,97	9,16	— 0,19	960,4	R.
»	9,11	» »	— 0,05	961,4	D.
»	9,10	» »	— 0,06	961,4	G.
»	9,14	» »	— 0,02	961,7	P.
7	9,16	9,40	— 0,24	960,0	R.
»	9,30	» »	— 0,10	961,1	D.
»	9,25	» »	— 0,15	960,7	G.
»	9,18	» »	— 0,22	960,2	P.
9	9,53	9,66	— 0,13	960,8	R.
»	9,59	» »	— 0,07	961,3	D.
»	9,61	» »	— 0,05	961,4	G.
»	9,68	» »	+ 0,02	962.0	P.
11	9,64	9,94	— 0,30	959,6	R.
»	9,64	» »	— 0,30	959,6	D.
»	9,88	» »	— 0,06	961,4	G.
»	9,82	» »	— 0,12	960,9	P.
13	9,96	10,26	— 0,30	959,6	R.
»	10,01	» »	— 0,25	960,0	D.
»	10,06	» »	— 0,20	960,3	G.
14	10,36	10,42	— 0,06	961,4	R.
»	10,34	» »	— 0,08	961,2	D.
»	10,42	» »	0,00	961,8	P.
15	10,29	10,58	— 0,29	959,7	R.
»	10,41	» »	— 0,17	960,6	D.
»	10,51	» »	— 0,07	961,3	G.
»	10,42	» »	— 0,16	960,6	P.
16	10,45	10,74	— 0.29	959,7	R.
»	10,63	» »	— 0,11	961,0	D.
»	10,63	» »	— 0,11	961,0	G.
»	10,60	» »	— 0,14	960,9	P.
17	10,86	10,92	— 0,06	961,4	R.
»	10,81	» »	— 0,11	961,0	D
»	10,76	» »	— 0,16	960,6	G.
»	10,94	» »	+ 0,02	962,0	P
21	11,51	11,66	— 0,15	960,7	D.
»	11,64	» »	— 0,02	961,7	G.
»	11,57	» »	— 0,09	961,2	P.
22	11,51	11,86	— 0,35	959,2	R
»	11,67	» »	— 0,19	960,4	D.
»	11,67	» »	— 0,19	960,4	G.
»	11,67	» »	— 0,19	960,4	P.

Osservazioni del diametro orizzontale del Sole fatte al R. Osservatorio del Campidoglio nel 1880.

Data	Durata del passaggio		Differenza	Semidiametro ridotto alla distanza media	Osservatore
	Osservata	Nautical Almanac			
1880					
Ottob. 23	$2^m 11^s,83$	$2^m 12^s,06$	$-0^s,23$	960″,1	R.
»	12,00	» »	— 0,06	961,4	D.
»	12,00	» »	— 0,06	961,4	G.
»	11,88	» »	— 0,18	960,5	P.
24	12,07	12,26	— 0,19	960,4	D.
»	12,14	» »	— 0,12	960,9	G.
»	12,14	» »	— 0,12	960,9	P.
25	12,32	12,48	— 0,16	960,6	D.
»	12,35	» »	— 0,13	960,9	G.
»	12,30	» »	— 0,18	960,5	P.
27	12,68	12,90	— 0,22	960,2	R.
»	12,73	» »	— 0,17	960,6	D.
»	12,66	» »	— 0,24	960,1	G.
»	12,74	» »	— 0,16	960,7	P.
30	13,39	13,56	— 0,17	960,6	R.
»	13,52	» »	— 0,04	961,5	D.
»	13,54	» »	— 0,02	961,7	G.
»	13,58	» »	+ 0,02	962,0	P.
31	13,67	13,78	— 0,11	961,0	R.
»	13,73	» »	— 0,05	961,5	D.
»	13,67	» »	— 0,11	961,0	G.
»	13,74	» »	— 0,04	961,5	P.
Nov. 1	13,79	14,02	— 0,23	960,1	R.
»	13,85	» »	— 0,17	960,6	D.
»	13,94	» »	— 0,08	961,2	G.
»	13,91	» »	— 0,11	961,0	P.
2	14,00	14,24	— 0,24	960,1	R.
»	14,07	» »	— 0,17	960,6	D.
»	14,20	» »	— 0,04	961,5	G.
5	14,74	14,96	— 0,22	960,2	R.
»	15,04	» »	+ 0,08	962,4	D.
»	15,04	» »	+ 0,08	962,4	G.
»	14,95	» »	— 0,01	961,7	P.
8	15,41	15,66	— 0,25	960,0	R.
»	15,35	» »	— 0,31	959,6	D.
»	15,63	» »	— 0,03	961,6	G.
»	15,45	» »	— 0,21	960,3	P.
9	15,62	15,90	— 0,28	959,8	R.
»	15,69	» »	— 0,21	960,3	D.
»	15,69	» »	— 0,21	960,3	P.
10	15,94	16,14	— 0,20	960,4	R.
»	16,12	» »	— 0,02	961,7	D.
»	16,06	» »	— 0,08	961,2	G.
»	16,08	16,14	— 0,06	961,4	P.
11	16,00	16,38	— 0,38	959,1	R.
1880					
Nov. 11	$2^m 16^s,22$	$2^m 16^s,38$	$-0^s,16$	960″,7	D.
»	16,16	» »	— 0,22	960,2	P.
12	16,38	16,62	— 0,24	960,1	R.
»	16,47	» »	— 0,15	960,7	D.
»	16,53	» »	— 0,09	961,2	P.
13	16,64	16,86	— 0,22	960,2	R.
»	16,73	» »	— 0,13	960,9	D.
»	16,76	» »	— 0,10	961,1	P.
14	17,06	17,10	— 0,04	961,5	R.
»	17,08	» »	— 0,02	961,7	D.
»	17,19	» »	+ 0,09	962,5	P.
18	17,81	18,04	— 0,23	960,2	R.
»	17,89	» »	— 0,15	960,7	D.
»	17,91	» »	— 0,13	960,9	P.
20	18,11	18,48	— 0,37	959,2	R.
»	18,24	» »	— 0,24	960,1	D.
»	18,36	» »	— 0,12	961,0	G.
»	18,30	» »	— 0,18	960,5	P.
23	18,86	19,14	— 0,28	959,8	R.
»	18,86	» »	— 0,28	959,8	D.
»	19,00	» »	— 0,14	960,8	G.
»	18,95	» »	— 0,19	960,5	P.
24	19,12	19,34	— 0,22	960,2	R.
»	19,20	» »	— 0,14	960,8	D.
»	19,21	» »	— 0,13	960,9	G.
»	19,21	» »	— 0,13	960,9	P.
25	19,50	19,56	— 0,06	961,4	D.
»	19,53	» »	— 0,03	961,6	G.
26	19,79	19,76	+ 0,03	962,0	R.
»	19,84	» »	+ 0,08	962,4	D.
»	19,81	» »	+ 0,05	962,2	G.
»	19,75	» »	— 0,01	961,7	P.
27	19,65	19,96	— 0,31	959,6	R.
»	19 86	» »	— 0,10	961,1	D.
»	19,89	» »	— 0,07	961,3	G.
»	19,82	» »	— 0,14	960,8	P.
28	20,04	20,14	— 0,10	961,1	R.
»	20,06	» »	— 0,08	961,2	D.
»	20,08	» »	— 0,06	961,4	G.
»	20,14	» »	0,00	961,8	P.
29	20,11	20,32	— 0,21	960,3	R.
»	20,20	» »	— 0,12	961,0	D.
»	20,24	» »	— 0,08	961,2	G.
»	20,39	» »	+ 0,07	962,3	P.
30	20,36	20,50	— 0,14	960,8	R.

Osservazioni del diametro orizzontale del Sole fatte al R. Osservatorio del Campidoglio nel 1880.

Data	Durata del passaggio		Differenza	Semidiametro ridotto alla distanza media	Osservatore	Data	Durata del passaggio		Differenza	Semidiametro ridotto alla distanza media	Osservatore
	Osservata	Nautical Almanac					Osservata	Nautical Almanac			
1880						1880					
Nov. 30	$2^m20^s,39$	$2^m20^s,50$	$-0^s,11$	961″,1	D.	Dec. 11	$2^m22^s,11$	$2^m22^s,04$	$+0^s,07$	962″,3	D.
»	20,38	» »	— 0,12	961,0	G.	»	21,94	» »	— 0,10	961,1	G.
»	20,46	» »	— 0,04	961,5	P.	»	22,08	» »	+ 0,04	962,1	P.
Dec. 1	20,46	20,68	— 0,22	960,3	R.	13	22,02	22,22	— 0,20	960,4	R.
»	20,61	» »	— 0,07	961,3	D.	»	22,01	» »	— 0,21	960,3	D.
»	20,74	» »	+ 0,06	962,2	G.	»	22,22	» »	0,00	961,8	G.
»	20,71	» »	+ 0,03	962,0	P.	»	22,14	» »	— 0,08	961,3	P.
2	20,61	20,86	— 0,25	960,1	R.	18	22,34	22,52	— 0,18	960,6	D.
»	20,63	» »	— 0,23	960,2	D.	»	22,31	» »	— 0,21	960,3	P.
»	20,70	» »	— 0,16	960,7	G.	19	22,40	22,54	— 0,14	960,9	R.
»	20,66	» »	— 0,20	960,4	P.	»	22,49	» »	— 0,05	961,5	D.
3	20,95	21,02	— 0,07	961,3	R.	»	22,46	» »	— 0,08	961,3	G.
»	20,99	» »	— 0,03	961,6	D.	»	22,51	» »	— 0,03	961,6	P.
»	20,99	» »	— 0,03	961,6	G.	20	22,49	22,56	— 0,07	961,3	D.
»	21,02	» »	0,00	961,8	P.	»	22,55	» »	— 0,01	961,7	G.
4	21,17	21,16	+ 0,01	961,9	R.	»	22,60	» »	+ 0,04	962,1	P.
»	21,19	» »	+ 0,03	962,0	D.	22	22,52	22,58	— 0,06	961,4	D.
»	21,18	» »	+ 0,02	962,0	G.	»	22,46	» »	— 0,12	961,0	G.
»	21,16	» »	0,00	961,8	P.	»	22,55	» »	— 0,03	961,6	P.
5	21,27	21,32	— 0,05	961,5	R.	23	22,49	22,56	— 0,07	961,3	R.
»	21,27	» »	— 0,05	961,5	D.	»	22,50	» »	— 0,06	961,4	D.
»	21,29	» »	— 0,03	961,6	G.	»	22,46	» »	— 0,10	961,1	G.
»	21,31	» »	— 0,01	961,7	P.	»	22,44	» »	— 0,12	961,0	P.
6	21,19	21,46	— 0,27	959,9	R.	25	22,29	22,52	— 0,23	960,2	R.
»	21,53	» »	+ 0,07	962,3	D.	»	22,29	» »	— 0,23	960,2	D.
»	21,41	» »	— 0,05	961,5	G.	»	22,36	» »	— 0,16	960,7	G.
»	21,52	» »	+ 0,06	962,2	P.	»	22,38	» »	— 0,14	960,9	P.
8	21,59	21,72	— 0,13	960,9	R.	26	22,44	22,48	— 0,04	961,5	R.
»	21,61	» »	— 0,11	961,1	D.	»	22,36	» »	— 0,12	961,0	D.
»	21,71	» »	— 0,01	961,8	G.	»	22,50	» »	+ 0,02	962,0	G.
9	21,63	21,84	— 0,21	960,4	R.	»	22,50	» »	+ 0,02	962,0	P.
»	21,69	» »	— 0,15	960,8	D.	27	22,24	22,44	— 0,20	960,4	R.
»	21,64	» »	— 0,20	960,4	G.	»	22,32	» »	— 0,12	961,0	D.
»	21,77	» »	— 0,07	961,3	P.	»	22,31	» »	— 0,13	960,9	G.
10	21,78	21,94	— 0,16	960,7	R.	»	22,33	» »	— 0,11	961,1	P.
»	21,89	» »	— 0,05	961,5	D.	29	22,06	22,34	— 0,28	959,9	R.
»	21,85	» »	— 0,09	961,2	G.	»	22,13	» »	— 0,21	960,4	D.
»	21,87	» »	— 0,07	961,3	P.	»	22,13	» »	— 0,21	960,4	G.
11	21,84	22,04	— 0,20	960,4	R.	»	22,22	» »	— 0,12	961,0	P.

Osservazioni del diametro orizzontale del Sole fatte al R. Osservatorio del Campidoglio nel 1881.

SPECCHIO II.

DATA	Durata del passaggio		Differenza	Semidiametro ridotto alla distanza media	Osservatore	DATA	Durata del passaggio		Differenza	Semidiametro ridotto alla distanza media	Osservatore
	Osservata	Nautical Almanac					Osservata	Nautical Almanac			
1881						1881					
Genn. 2	$2^m21^s,79$	$2^m22^s,00$	$-0^s,21$	960″,4	R.	Febb. 5	$2^m15^s,39$	$2^m15^s,48$	$-0^s,09$	961″,2	R.
»	21,95	» »	— 0,05	961,5	D.	»	15,41	» »	— 0,07	961,3	D.
»	21,98	» »	— 0,02	961,7	G.	»	15,32	» »	— 0,16	960,7	G.
»	21,99	» »	— 0,01	961,7	P.	»	15,47	» »	— 0,01	961,7	P.
8	20,94	21,26	— 0,32	959,6	R.	6	15,27	15,26	+ 0,01	961,9	D.
»	21,09	» »	— 0,17	9606,	D.	»	15,20	» »	— 0,06	961,4	G.
»	21,20	» »	— 0,06	961,4	P.	»	15,18	» »	— 0,08	961,2	P.
9	20,85	21,12	— 0,27	960,0	R.	7	14,81	15,04	— 0,23	960,2	R.
»	21,04	» »	— 0,08	961,3	D.	»	14,89	» »	— 0,15	960,7	D.
»	21,15	» »	+ 0,03	962,0	P.	»	14,82	» »	— 0,22	960,2	G
10	20.85	20,96	— 0,11	961,1	R	»	14,84	» »	— 0,20	960,4	P.
»	20,90	» »	— 0,06	961,4	D.	9	14,49	14,58	— 0,09	961,2	R.
»	20,96	» »	0,00	961,8	G.	»	14,55	» »	— 0,03	961,6	D.
»	20,97	» »	+ 0,01	961,9	P.	»	14,61	» »	+ 0,03	962,0	G.
19	19,10	19,30	— 0,20	960,4	R.	»	14,66	» »	+ 0,08	962,4	P.
»	19,11	» »	— 0,19	960,5	D.	10	14,29	14,36	— 0,07	961,3	R.
»	19,21	» »	— 0,09	961,2	G.	»	14,44	» »	+ 0,08	962,4	D.
20	18,89	19,10	— 0,21	960,3	R.	»	14,39	» »	+ 0,03	962,0	G.
»	18,93	» »	— 0,17	960,6	D.	»	14,48	» »	+ 0,12	962,7	P.
»	18,81	» »	— 0,29	959,7	G.	12	13,70	13,94	— 0,24	960,1	R.
»	18,95	» »	— 0,15	960,8	P.	»	13,85	» »	— 0,09	961,2	D.
21	18,79	18,88	— 0,09	961,2	R.	»	13,95	» »	+ 0,01	961,9	G.
»	18,82	» »	— 0,06	961,4	D.	»	13,93	»	— 0,01	961,7	P.
»	18,79	» »	— 0,09	961,2	G.	13	13,44	13,72	— 0,28	959,8	R.
»	18,86	» »	— 0,02	961,7	P.	»	13,51	» »	— 0,21	960,3	D.
24	17,99	18,24	— 0,25	960,1	R.	»	13,63	» »	— 0,09	961,2	G.
»	18,03	» »	— 0,21	960,3	D.	»	13,54	» »	— 0,18	960,5	P.
»	18,11	» »	— 0,13	960,9	G.	14	13,34	13,50	— 0,16	960,7	R.
»	18,10	» »	— 0,14	960,8	P.	»	13,37	» »	— 0,13	960,9	D.
Febbr. 1	16,51	16,40	+ 0,11	962,6	R.	»	13,54	» »	+ 0,04	962,1	G.
»	16,58	» »	+ 0,18	963,1	D.	»	13,46	» »	— 0,04	961,5	P.
»	16,63	» »	+ 0,23	963,5	G.	15	13,11	13,30	— 0,19	960,4	R.
»	16,65	» »	+ 0,25	963,6	P.	»	13,14	» »	— 0,16	960,7	D.
2	15,92	16,18	— 0,26	959,9	R.	»	13,21	» »	— 0,09	961,2	G.
»	16,12	» »	— 0,06	961,4	D.	»	13,30	» »	0,00	961,8	P.
»	16,08	» »	— 0,10	961,1	G.	16	12,91	13,10	— 0,19	960,4	R.
»	16,20	» »	+ 0,02	962,0	P.	»	12,98	» »	— 0,12	960,9	D.
3	16,01	15,94	+ 0,07	962,3	R.	»	12,99	» »	— 0,11	961,0	G.
»	15,96	» »	+ 0,02	962,0	D.	»	12,99	» »	— 0,11	961,0	P
»	16,00	» »	+ 0,06	962,2	G.	18	12,53	12,68	— 0,15	960,7	D.
»	15,91	» »	— 0,03	961,6	P.	»	12,49	» »	— 0,19	960,4	G.
4	15,50	15,70	— 0,20	960,4	R	»	12,57	» »	— 0,11	961,0	P.
»	15,50	» »	— 0,20	960,4	D.	19	13,18	12 50	— 0,32	959,5	R.
»	15,62	» »	— 0,08	961,2	G.	»	12,24	» »	— 0,26	959,9	D.
»	15,56	» »	— 0,14	960,8	P.	»	12,26	» »	— 0,24	960,1	G.

Osservazioni del diametro orizzontale del Sole fatte al R. Osservatorio del Campidoglio nel 1881.

Data	Durata del passaggio		Differenza	Semidiametro ridotto alla distanza media	Osservatore	Data	Durata del passaggio		Differenza	Semidiametro ridotto alla distanza media	Osservatore
	Osservata	Nautical Almanac					Osservata	Nautical Almanac			
1881						1881					
Febb. 19	$2^m12^s,43$	$2^m12^s,50$	$-0^s,07$	961″,3	P.	Marz. 11	$2^m\ 9^s,51$	$2^m\ 9^s58$	$-0^s,07$	961″,3	D.
20	12,01	12,30	— 0,29	959,7	R.	»	9,41	» »	— 0,17	960,6	G.
»	12,09	» »	— 0,21	960,3	D.	»	9,61	» »	+ 0,03	962,0	P.
»	12,16	» »	— 0,14	960,8	G.	12	9,46	9,50	— 0,04	961,5	R.
»	12,31	» »	+ 0,01	961,9	P.	»	9,46	» »	— 0,04	961,5	D.
23	11,61	11,76	— 0,15	960,7	R.	»	9,41	» »	— 0,09	961,2	G.
»	11,75	» »	— 0,01	961,7	D.	»	9,38	» »	— 0,12	960,9	P.
»	11,79	» »	+ 0,03	962,0	G.	15	9,21	9,28	— 0,07	961,3	R.
»	11,65	» »	— 0,11	961,0	P.	»	9,19	» »	— 0,09	961,2	D.
24	11,51	11,58	— 0,07	961,3	R.	»	9,32	» »	+ 0,04	962,1	G.
»	11,63	» »	+ 0,05	962,2	D.	»	9,21	» »	— 0,07	961,3	P.
»	11,79	» »	+ 0,21	963,4	G.	16	9,01	9,20	— 0,19	960,4	D.
»	11,64	» »	+ 0,06	962,3	P.	»	8,98	» »	— 0,22	960,2	G.
25	11,26	11,40	— 0,14	960,8	R.	»	8,99	» »	— 0,21	960,3	P.
»	11,29	» »	— 0,11	961,0	D.	17	8,91	9,16	— 0,25	960,0	R.
»	11,24	» »	— 0,16	960,6	P.	»	8,94	» »	— 0,22	960,2	D.
26	11,07	11,24	— 0,17	960,6	R.	»	8,89	» »	— 0,27	959,8	G.
»	11,04	» »	— 0,20	960,3	D.	»	8,99	» »	— 0,17	960,6	P.
»	11,04	» »	— 0,20	960,3	G.	18	9,01	9,10	— 0,09	961,1	R.
»	11,05	» »	— 0,19	960,4	P.	»	9,02	» »	— 0,08	961,2	D.
28	10,86	10,92	— 0,06	961,4	R.	»	9,07	» »	— 0,03	961,6	G.
»	10,86	» »	— 0,06	961,4	D.	»	9,11	» »	+ 0,01	961.9	P.
»	10,79	» »	— 0,13	960,9	G.	19	9,02	9,06	— 0,04	961,5	R.
»	10,84	» »	— 0,08	961,2	P.	»	8,97	» »	— 0,09	961,1	D.
Marz. 3	10,45	10,50	— 0,05	961,4	R.	»	8,83	» »	— 0,23	960,1	G.
»	10,61	» »	+ 0,11	962,6	D.	»	9,18	» »	+ 0,12	962,7	P.
»	10,53	» »	+ 0,03	962,0	G.	20	8,95	9,02	— 0,07	961,3	D.
»	10,62	» »	+ 0,12	962,7	P.	»	8,91	» »	— 0,11	961,0	G.
7	9,81	10,00	— 0,19	960,4	R.	»	8,99	» »	— 0,03	961,6	P.
»	9,92	» »	— 0,08	961,2	D.	22	8,81	8,96	— 0,15	960,7	R.
»	9,91	» »	— 0,09	961,1	G.	»	8,88	» »	— 0,08	961,2	D.
»	9,96	» »	— 0,04	961,5	P.	»	8,89	» »	— 0,07	961,3	G.
8	9,72	9,88	— 0,16	960,6	R.	»	8,88	» »	— 0,08	961,2	P.
»	9,66	» »	— 0,22	960,2	D.	23	8,82	8,94	— 0,12	960.9	R.
»	9,73	» »	— 0,15	960,7	G.	»	8,84	» »	— 0,10	961,1	D.
»	9,70	» »	— 0,18	960,5	P.	»	8,83	» »	— 0,11	961,0	G.
9	9,66	9,78	— 0,12	960,9	R.	»	8,96	» »	+ 0,02	962,0	P.
»	9,64	» »	— 0,14	960,8	D.	31	8,82	8,96	— 0,14	960,8	R.
»	9,60	» »	— 0,18	960,5	G.	»	8,83	» »	— 0,13	960,9	D.
»	9,78	» »	0,00	961,8	P.	»	8,79	» »	— 0,17	960,6	G.
10	9,52	9,68	— 0,16	960,6	R.	»	8,89	» »	— 0,07	961,3	P.
»	9,55	» »	— 0,13	960,9	D.	Aprile 2	8,90	9,04	— 0,14	960,8	R.
»	9,53	» »	— 0,15	960,7	G.	»	8,94	» »	— 0,10	961,1	D.
»	9,57	» »	— 0,11	961,0	P.	»	8,92	» »	— 0,12	960,9	G.
11	9,39	9,58	— 0,19	960,4	R.	»	8,91	» »	— 0,13	960,8	P.

Osservazioni del diametro orizzontale del Sole
fatte al R. Osservatorio del Campidoglio nel 1881.

DATA	Durata del passaggio		Differenza	Semidiametro ridotto alla distanza media	Osservatore
	Osservata	Nautical Almanac			
1881					
Aprile 3	2m 9s,09	2m 9s,08	+0s,01	961″,9	R
»	9,02	» »	— 0,06	961,4	G.
»	9,03	» »	— 0,05	961,5	P.
4	8,96	9,12	— 0,16	960,6	R.
»	9,07	» »	— 0,05	961,5	D.
»	9,00	» »	— 0,12	960,9	G.
»	9,15	» »	+ 0,03	962,0	P.
5	8,89	9,18	— 0,29	959,7	R.
»	9,14	» »	— 0,04	961,5	D.
»	9,09	» »	— 0,09	961,2	G.
»	9,09	» »	— 0,09	961,2	P.
9	9,22	9,46	— 0,24	960,0	R.
»	9,32	» »	— 0,14	960,8	D.
»	9.31	» »	— 0,15	960,7	G.
»	9,36	» »	— 0,10	961,1	P.
10	9,55	9,54	+ 0,01	961,9	R.
»	9,56	» »	+ 0,02	962,0	D.
»	9,54	» »	0,00	961,8	G.
»	9,49	» »	— 0,05	961,5	P.
11	9,64	9,62	+ 0,02	962,0	R.
»	9,69	» »	+ 0,07	962,3	D.
»	9,68	» »	+ 0,06	962,3	G.
»	9,69	» »	+ 0,07	962,3	P.
12	9,61	9,70	— 0,09	961,2	R.
»	9,76	» »	+ 0,06	962,3	D.
»	9,66	» »	— 0,04	961,5	G.
»	9,66	» »	— 0,04	961,5	P.
14	9,85	9,90	— 0,05	961,4	D.
»	9,87	» »	— 0,03	961,6	P.
18	10,27	10,34	— 0,07	961,3	D.
»	10,38	» »	+ 0,04	962,1	G.
»	10,31	» »	— 0,03	961,6	P.
20	10,46	10,58	— 0,12	960,9	R.
»	10,49	» »	— 0,09	961,2	D.
»	10,46	» »	— 0,12	960,9	G.
»	10,55	» »	— 0,03	961,6	P.
23	10,66	10,98	— 0,32	959,5	R.
»	10,77	» »	— 0,21	960,3	D.
»	10,84	» »	— 0,14	960,8	G.
»	10,83	» »	— 0,15	960,7	P.
25	10,92	11,26	— 0,34	959,3	R.
»	11,09	» »	— 0,17	960,6	D.
»	11,05	» »	— 0,21	960,3	G.
»	11,05	» »	— 0,21	960,3	P.

DATA	Durata del passaggio		Differenza	Semidiametro ridotto alla distanza media	Osservatore
	Osservata	Nautical Almanac			
1881					
April. 28	2m11s,57	2m11s,70	—0s,13	960″,9	R.
»	11,49	» »	— 0,21	960,3	D.
»	11,52	» »	— 0,18	960,5	G.
»	11,64	» »	— 0,06	961,4	P.
29	11,68	11,84	— 0,16	960,7	R.
»	11,73	» »	— 0,11	961,0	D.
»	11,61	» »	— 0,23	960,2	G.
»	11,79	» »	— 0,05	961,5	P.
30	11,82	12,00	— 0,18	960,5	R.
»	11,91	» »	— 0,09	961,2	D.
»	11,68	» »	— 0,32	959,5	G.
»	11,95	» »	— 0,05	961,5	P.
Magg. 1	12,10	12,16	— 0,06	961,4	D.
»	12,14	» »	— 0,02	961,7	G.
»	12,18	» »	+ 0,02	962,0	P.
3	12,19	12,48	— 0,29	959,7	R.
»	12,41	» »	— 0,07	961,3	G.
»	12,49	» »	+ 0,01	961,9	P.
6	12,76	12,96	— 0,20	960,4	G.
»	12,79	» »	— 0,17	960,6	P.
8	13,11	13,30	— 0,19	960,5	R.
»	13,14	» »	— 0,16	960,7	G.
»	13,31	» »	+ 0,01	961,9	P.
9	13,30	13,46	— 0,16	960,7	R.
»	13,42	» »	— 0,04	961,5	P.
14	14,33	14,28	+ 0,05	962,2	R.
»	14,21	» »	— 0,07	961,3	D.
»	14,20	» »	— 0,08	961,2	G.
»	14,40	» »	+ 0,12	962,7	P.
16	14,51	14,60	— 0,09	961,2	R.
»	14,61	» »	+ 0,01	961,9	D.
»	14,55	» »	— 0,05	961,5	G.
»	14,59	» »	— 0,01	961,7	P.
17	14,64	14,76	— 0,12	961,0	R.
»	14,69	» »	— 0,07	961,3	D.
»	14,54	» »	— 0,22	960,3	G.
»	14,72	» »	— 0,04	961,5	P.
18	14,78	14,92	— 0,14	960,8	D.
»	14,77	» »	— 0,15	960,8	G.
»	14,92	» »	0,00	961,8	P.
19	14,99	15,08	— 0,09	961,2	R.
»	15,04	» »	— 0,04	961,5	D.
»	15,04	» »	— 0,04	961,5	G.
»	14,91	» »	— 0,17	960,6	P.

Osservazioni del diametro orizzontale del Sole fatte al R. Osservatorio del Campidoglio nel 1881.

DATA	Durata del passaggio		Differenza	Semidiametro ridotto alla distanza media	Osservatore
	Osservata	Nautical Almanac			
1881					
Magg. 20	2^{m}14^s,94	2^{m}15^s,24	—0^s,30	959″,7	R.
»	15,15	» »	— 0,09	961,2	D.
»	15,24	» »	0,00	961,8	G.
»	15,18	» »	— 0,06	961,4	P.
21	15,39	15,38	+ 0,01	961,9	R.
»	15,37	» »	— 0,01	961,7	D.
»	15,36	» »	— 0,02	961,7	G.
»	15,54	» »	+ 0,16	962,9	P.
22	15,58	15,54	+ 0,04	962,1	D.
»	15,48	» »	— 0,06	961,4	G.
»	15,57	» »	+ 0,03	962,0	P.
23	15,66	15,68	— 0,02	961,7	D.
»	15,52	» »	— 0,16	960,7	G.
»	15,55	» »	— 0,13	960,9	P.
24	15,64	15,82	— 0,18	960,6	R.
»	15,71	» »	— 0,11	961,1	D.
»	15,68	» »	— 0,14	960,8	G.
»	15,69	» »	— 0,13	960,9	P.
25	15,84	15,96	— 0,12	961,0	R.
»	15,94	» »	— 0,02	961,7	D.
»	15,86	» »	— 0,10	961,1	G.
»	16,03	» »	+ 0,07	962,3	P.
26	16,03	16,10	— 0,07	961,3	R.
»	16,11	» »	+ 0,01	961,9	D.
»	16,06	» »	— 0,04	961,5	G.
»	16,11	» »	+ 0,01	961,9	P.
27	16,16	16,24	— 0,08	961,3	R.
»	16,15	» »	— 0,09	961,2	D.
»	16,10	» »	— 0,14	960,8	G.
»	16,38	» »	+ 0,14	962,8	P.
29	16,28	16,48	— 0,20	960,4	R.
»	16,52	» »	+ 0,04	962,1	D.
»	16,35	» »	— 0,13	960,9	G.
»	16,52	» »	+ 0,04	962,1	P.
31	16,61	16,72	— 0,11	961,1	R.
»	16,59	» »	— 0,13	960,9	D.
»	16,69	» »	— 0,03	961,6	P.
Giug. 3	16,83	17,06	— 0,23	960,2	R.
»	16,86	» »	— 0,20	960,4	D.
»	16,85	» »	— 0,21	960,4	G.
»	17,01	» »	— 0,05	961,5	P.
4	17,11	17,16	— 0,05	961,5	R.
»	17,16	» »	0,00	961,8	D.
»	17,12	» »	— 0,04	961,5	G.
1881					
Giug. 4	2^{m}17^s,07	2^{m}17^s,16	—0^s,09	961″,2	P.
5	17,08	17,24	— 0,16	960,7	R.
»	17,11	» »	— 0,13	960,9	D.
»	17,04	» »	— 0,20	960,4	G.
»	17,14	» »	— 0,10	961,1	P.
12	17,56	17,74	— 0,18	960,6	R.
»	17,61	» »	— 0,13	960,9	D.
»	17,79	» »	+ 0,05	962,2	G.
»	17,84	» »	+ 0,10	962,5	P.
13	17,64	17,86	— 0,22	960,3	R.
»	17,74	» »	— 0,12	961,0	D.
»	17,78	» »	— 0,08	961,3	G.
»	17,73	» »	— 0,13	960,9	P.
16	17,86	17,90	— 0,04	961,5	R.
»	17,80	» »	— 0,10	961,1	D.
»	17,83	» »	— 0,07	961,3	G.
»	17,96	» »	+ 0,06	962,2	P.
17	17,91	17,92	— 0,01	961,7	R.
»	17,91	» »	— 0,01	961,7	D.
»	17,78	» »	— 0,14	960,9	G.
»	17,79	» »	— 0,13	960.9	P.
19	17,73	17,92	— 0,19	960,5	R.
»	17,95	» »	+ 0,03	962,0	D.
21	17,81	17,92	— 0,11	961,1	D.
»	17,79	» »	— 0,13	960,9	G.
»	17,89	» »	— 0,03	961,6	P.
22	17,82	17,90	— 0,08	961,3	R.
»	17,80	» »	— 0,10	961,1	D.
»	17,81	» »	— 0,09	961,2	G.
»	17,90	» »	0,00	961,8	P.
23	17,76	17,88	— 0,12	961,0	D.
»	17,77	» »	— 0,11	961,1	G.
»	17,97	» »	+ 0,09	962,4	P.
24	17,78	17,86	— 0,08	961,3	D.
»	17,93	» »	+ 0,07	962,3	P.
25	17,55	17,84	— 0,29	959,8	R.
»	17,51	» »	— 0,33	959,6	D.
»	17,61	» »	— 0,23	960,2	P.
26	17,51	17,80	— 0,29	959,8	R.
»	17,55	» »	— 0,25	960,1	D.
»	17,61	» »	— 0,19	960,5	G.
»	17,58	» »	— 0,22	960,3	P.
27	17,59	17,76	— 0,17	960,7	R.
»	17,66	» »	— 0,10	961,1	D.

Osservazioni del diametro orizzontale del Sole fatte al R. Osservatorio del Campidoglio nel 1881.

Data	Durata del passaggio		Differenza	Semidiametro ridotto alla distanza media	Osservatore
	Osservata	Nautical Almanac			
1881					
Giug. 27	$2^m17^s,76$	2^m17^s 76	$0^s,00$	961″,8	P.
28	17,51	17 70	— 0,19	960,5	R.
»	17,61	» »	— 0,09	961,2	D.
»	17,62	» »	— 0,08	961,3	G.
»	17,54	» »	— 0,16	960,7	P.
29	17,39	17,64	— 0,25	960,1	R.
»	17,47	» »	— 0,17	960,7	D.
»	17,46	» »	— 0,18	960,6	G.
»	17,71	» »	+ 0,07	962,3	P.
30	17,47	17,58	— 0,11	961,1	D.
»	17,59	» »	+ 0,01	961,9	P.
Luglio 1	17,36	17,52	— 0,16	960,7	R.
»	17,44	» »	— 0,08	961,3	D.
»	17,39	» »	— 0,13	960,9	G.
»	17,56	» »	+ 0,04	962,1	P.
2	17,22	17,44	— 0,22	960,3	R.
»	17,44	» »	0,00	961,8	D.
»	17,39	» »	— 0,05	961,5	G.
»	17,50	» »	+ 0,06	962,2	P.
3	17,20	17,36	— 0,16	960,7	R.
»	17,29	» »	— 0,07	961,3	D.
»	17,38	» »	+ 0,02	962,0	G.
»	17,43	» »	+ 0,07	962,3	P.
4	17,14	17,28	— 0,14	960,9	R.
»	17,26	» »	— 0,02	961,7	D.
»	17,24	» »	— 0,04	961,5	G.
»	17,45	» »	+ 0,17	963,0	P.
5	17,09	17,18	— 0,09	961,2	R.
»	17,06	» »	— 0,12	961,0	D.
»	17,01	» »	— 0,17	960,6	G.
»	17,14	» »	— 0,04	961,5	P.
6	16,95	17,08	— 0,13	960,9	R.
»	17,01	» »	— 0,07	961,3	D.
»	16,97	» »	— 0,11	961,1	G.
»	17,27	» »	+ 0,19	963,1	P.
7	16,82	16,98	— 0,16	960,7	R.
»	16,77	» »	— 0,21	960,4	D.
»	16,73	» »	— 0,25	960,1	G.
»	16,96	» »	— 0,02	961,7	P.
8	16,81	16,88	— 0,07	961,3	R
»	16,62	» »	— 0,26	960,0	D.
»	16,82	» »	— 0,06	961,4	G.
»	16,89	» »	+ 0,01	961,9	P.
9	16,64	16,76	— 0,12	961,0	R.

Data	Durata del passaggio		Differenza	Semidiametro ridotto alla distanza media	Osservatore
	Osservata	Nautical Almanac			
1881					
Luglio 9	$2^m16^s,64$	$2^m16^s,76$	$—0^s,12$	961″,0	D.
»	16,71	» »	— 0,05	961,5	G.
»	16,68	» »	— 0,08	961,3	P.
10	16,58	16,64	— 0,06	961,4	R
»	16,54	» »	— 0,10	961,1	D.
»	16,72	» »	+ 0,08	962,4	G.
»	16,79	» »	+ 0,15	962,9	P.
11	16,46	16,52	— 0,06	961,4	R.
»	16,54	» »	+ 0,02	962,0	D.
»	16,49	» »	— 0,03	961,6	G.
»	16,54	» »	+ 0,02	962,0	P.
12	16,26	16,40	— 0,14	960,8	D.
»	16,39	» »	— 0,01	961,7	P.
13	16,24	16,26	— 0,02	961,7	D.
»	16,22	» »	— 0,04	961.5	P.
14	15,95	16,12	— 0,17	960,6	R.
»	16,08	» »	— 0,04	961,5	D.
»	16,09	» »	— 0,03	961,6	P.
15	15,98	15,98	0,00	961,8	R.
»	15,99	» »	+ 0,01	961,9	D.
»	16,06	» »	+ 0,08	962,4	P.
16	15,76	15,84	— 0,08	961,3	R.
»	15,71	» »	— 0,13	960,9	D.
»	15,79	» »	— 0,05	961,5	P
17	15,57	15,70	— 0,13	960,9	R.
»	15,51	» »	— 0,19	960,5	D.
»	15,72	» »	+ 0,02	962,0	P.
18	15,39	15,54	— 0,15	960,8	R.
»	15,45	» »	— 0,09	961,2	D.
»	15,65	» »	+ 0,11	962,6	P
19	15,23	15,38	— 0.15	960,8	R.
»	15,22	» »	— 0,16	960,7	D.
»	15,14	» »	— 0,24	960,1	P.
20	15,34	15,22	+ 0,12	962,7	R.
»	15,23	» »	+ 0,01	961,9	D.
»	15,30	» »	+ 0,08	962,4	P.
21	15,01	15,06	— 0,05	961,5	R.
»	14,99	» »	— 0,07	961,3	D.
»	15,13	» »	+ 0,07	962,3	P.
22	14,88	14,90	— 0,02	961,7	R.
»	14,82	» »	— 0,08	961,3	D.
»	14,94	» »	+ 0,04	962,1	P.
23	14,51	14,74	— 0,23	960,2	R.
»	14,58	» »	— 0,16	960,7	D.

Osservazioni del diametro orizzontale del Sole fatte al R. Osservatorio del Campidoglio nel 1881.

Data	Durata del passaggio		Differenza	Semidiametro ridotto alla distanza media	Osservatore	Data	Durata del passaggio		Differenza	Semidiametro ridotto alla distanza media	Osservatore
	Osservata	Nautical Almanac					Osservata	Nautical Almanac			
1881						1881					
Lugl. 23	$2^m14^s,82$	$2^m14^s,74$	$+0^s,08$	962″,4	P.	Agosto 6	$2^m12^s,23$	$2^m12^s,34$	$-0^s,11$	961″,0	R.
25	14,26	14,40	— 0,14	960,8	R.	»	12,29	» »	— 0,05	961,5	D.
»	14,29	» »	— 0,11	961,0	D.	»	12,22	» »	— 0,12	961,0	G.
»	14,28	» »	— 0,12	961,0	P.	»	12,31	» »	— 0,03	961,6	P.
26	14,06	14,24	— 0,18	960,6	R.	7	11,94	12,18	— 0,24	960,1	R.
»	14,07	» »	— 0,17	960,6	D.	»	12,06	» »	— 0,12	961,0	D.
»	14,11	» »	— 0,13	960,9	P.	8	11,88	12,00	— 0,12	961,0	R.
27	13,84	14,06	— 0,22	960,3	R.	»	11,84	» »	— 0,16	960,6	D.
»	13,92	» »	— 0,14	960,8	D.	»	11,94	» »	— 0,06	961,4	P.
»	13,98	» »	— 0,08	961,3	P.	9	11,67	11,84	— 0,17	960,6	R.
28	13,77	13,90	— 0,13	960,9	R.	»	11,80	» »	— 0,04	961,5	D.
»	13,73	» »	— 0,17	960,6	D.	»	11,86	» »	+ 0,02	962,0	P.
»	13,71	» »	— 0,19	960,5	G.	10	11,54	11,68	— 0,14	960,8	R.
»	13,73	» »	— 0,17	960,6	P.	»	11,50	» »	— 0,18	960,5	D.
29	13,62	13,72	— 0,10	961,1	R.	»	11,46	» »	— 0,22	960,2	G.
»	13,57	» »	— 0,15	960,8	D.	»	11,59	» »	— 0,09	961,2	P.
»	13,73	» »	+ 0,01	961,9	G.	11	11,27	11,50	— 0,23	960,2	D.
»	13,86	» »	+ 0,14	962,8	P.	»	11,30	» »	— 0,20	960,4	G.
30	13,50	13,54	— 0,04	961,5	R.	»	11,46	» »	— 0,04	961,5	P.
»	13,51	» »	— 0,03	961,6	D.	12	11,33	11,34	— 0,01	961,7	R.
»	13,57	» »	+ 0,03	962,0	G.	»	11,30	» »	— 0,04	961,5	D.
»	13,58	» »	+ 0,04	962,1	P.	»	11,37	» »	+ 0,03	962,0	G.
31	13,33	13,38	— 0,05	961,5	R.	»	11,42	» »	+ 0,08	962,4	P.
»	13,24	» »	— 0,14	960,8	D.	13	11,10	11,18	— 0,08	961,2	D.
»	13,25	» »	— 0,13	960,9	P.	»	11,25	» »	+ 0,07	962,3	G.
Agosto 1	13,20	13,20	0,00	961,8	R.	»	11,32	» »	+ 0,14	962,8	P.
»	13,15	» »	— 0,05	961,5	D.	16	10,53	10,72	— 0,19	960,5	R.
»	13,16	» »	— 0,04	961,5	P.	»	10,60	» »	— 0,12	961,0	D.
2	12,87	13,02	— 0,15	960,8	R.	»	10,51	» »	— 0,21	960,3	P.
»	12,95	» »	— 0,07	961,3	D.	17	10,35	10,56	— 0,21	960,3	R.
»	12,89	» »	— 0,13	960,9	G.	»	10,51	» »	— 0,05	961,5	D.
»	12,89	» »	— 0,13	960,9	P.	»	10,59	» »	+ 0,03	962,0	G.
3	12,85	12,86	— 0,01	961,7	R.	»	10,70	» »	+ 0,14	962,8	P.
»	12,88	» »	+ 0,02	962,0	D.	18	10,19	10,42	— 0,23	960,2	R.
»	13,06	» »	+ 0,20	963,2	G.	»	10,29	» »	— 0,13	960,9	D.
»	12,96	» »	+ 0,10	962,5	P.	»	10,29	» »	— 0,13	960,9	G.
4	12,51	12,68	— 0,17	960,6	R.	»	10,29	» »	— 0,13	960,9	P.
»	12,64	» »	— 0,04	961,5	D.	19	10,07	10.28	— 0,21	960,3	R.
»	12,59	» »	— 0,09	961,2	G.	»	10,20	» »	— 0,08	961,2	D.
»	12,45	» »	— 0,23	960,2	P.	»	10,26	» »	— 0,02	961,7	G.
5	12,49	12,52	— 0,03	961,6	R.	»	10,35	» »	+ 0,07	962,3	P.
»	12,43	» »	— 0,09	961,2	D.	20	9,90	10,14	— 0,24	960,1	R.
»	12,34	» »	— 0,18	960,5	G.	»	10,01	» »	— 0,13	960,9	D.
»	12,52	» »	0,00	961,8	P.	»	10,19	» »	+ 0,05	962,2	G.

Osservazioni del diametro orizzontale del Sole fatte al R. Osservatorio del Campidoglio nel 1881.

DATA	Durata del passaggio — Osservata	Durata del passaggio — Nautical Almanac	Differenza	Semidiametro ridotto alla distanza media	Osservatore
1881					
Agos. 20	$2^m10^s,16$	$2^m10^s,14$	$+0^s,02$	962″,0	P.
21	9,83	10,00	— 0,17	960,6	R.
»	9,87	» »	— 0,13	960,9	D.
»	9,98	» »	— 0,02	961,7	P.
22	9,66	9,86	— 0,20	960,4	R.
»	9,69	» »	— 0,17	960,6	D.
»	9,88	» »	+ 0,02	962,0	P.
23	9,65	9,74	— 0,09	961,2	R.
»	9,71	» »	— 0,03	961,6	D.
»	9,67	» »	— 0,07	961,3	P.
24	9,45	9,60	— 0,15	960,7	R.
»	9,51	» »	— 0,09	961,2	D.
»	9.61	» »	+ 0,01	961,9	G.
»	9,52	» »	— 0,08	961,2	P.
25	9,28	9,48	— 0,20	960,4	R.
»	9,39	» »	— 0,09	961,2	D.
»	9,31	» »	— 0,17	960,6	G.
»	9,39	» »	— 0,09	961,2	P.
26	9,22	9,36	— 0,14	960,8	R.
»	9,22	» »	— 0,14	960,8	D.
»	9,32	» »	— 0,04	961,5	G.
»	9,43	» »	+ 0,07	962,3	P.
27	9,18	9,26	— 0,08	961,2	R.
»	9,10	» »	— 0,16	960,7	D.
»	9,14	» »	— 0,12	960,9	G.
»	9,12	» »	— 0,14	960,8	P.
29	8,75	9,06	— 0,31	959,5	R.
»	8,84	» »	— 0,22	960,2	D.
»	8,91	» »	— 0,15	960,7	P.
30	8,91	8,96	— 0,05	961,5	D.
»	8,98	» »	+ 0,02	962,0	P.
31	8,62	8,86	— 0,24	960,0	R.
»	8,73	» »	— 0,13	960,9	D.
»	8,96	» »	+ 0,10	962,6	P.
Sett. 4	8,39	8,54	— 0,15	960,7	R.
»	8,42	» »	— 0,12	960,9	D.
»	8,40	» »	— 0,14	960,8	P.
6	8,16	8,40	— 0,24	960,0	R.
»	8,27	» »	— 0,13	960,9	D.
»	8,26	» »	— 0,14	960,8	G.
»	8,21	» »	— 0,19	960,4	P.
8	8,09	8,30	— 0,21	960,3	R.
»	8,23	» »	— 0,07	961,3	D.
»	8,34	» »	+ 0,04	962,1	P.

DATA	Durata del passaggio — Osservata	Durata del passaggio — Nautical Almanac	Differenza	Semidiametro ridotto alla distanza media	Osservatore
1881					
Sett. 12	$2^m\ 8^s,09$	$2^m\ 8^s,14$	$-0^s,05$	961″,4	R.
»	8,16	» »	+ 0,02	962,0	D.
»	8,18	» »	+ 0,04	962,1	P.
13	7,97	8,12	— 0,15	960,7	R.
»	8,02	» »	— 0,10	961,1	D.
»	8,19	» »	+ 0,07	962,3	P.
14	7,90	8,10	— 0,20	960,3	D.
»	7,94	» »	— 0,16	960,6	P.
15	7,94	8,10	— 0,16	960,6	D.
»	7,96	» »	— 0,14	960,8	P.
16	7,96	8,08	— 0,12	960,9	D.
»	7,96	» »	— 0,12	960,9	G.
»	8,02	» »	— 0,06	961,4	P.
17	7,91	8,08	— 0,17	960,6	R.
»	7,99	» »	— 0,09	961,2	D.
»	8,01	» »	— 0,07	961,3	G.
»	8,08	» »	0,00	961,8	P.
18	7,97	8,08	— 0,11	961,0	R.
»	7,97	» »	— 0,11	961,0	D.
»	8,06	» »	— 0,02	961,7	G.
»	8,06	» »	— 0,02	961,7	P.
19	8,10	8,10	0,00	961,8	R.
»	8,11	» »	+ 0,01	961,9	D.
»	8,22	» »	+ 0,12	962,7	G.
20	7,99	8,12	— 0,13	960,9	R.
»	8,01	» »	— 0,11	961,0	D.
»	8,07	» »	— 0,05	961,4	G.
21	7,89	8,14	— 0,25	960,0	R.
»	8,00	» »	— 0,14	960,8	D.
»	8,01	» »	— 0,13	960,9	G.
»	8,20	» »	+ 0,06	962,3	P.
23	8,12	8,22	— 0,10	961,1	R.
»	8,08	» »	— 0,14	960,8	D.
»	8,09	» »	— 0,13	960,9	G.
»	8,16	» »	— 0,06	961,4	P.
24	8,21	8,26	— 0,05	961,4	R.
»	8,19	» »	— 0,07	961,3	D.
»	8,19	» »	— 0,07	961,3	G.
»	8,35	» »	+ 0,09	962,5	P.
25	8,17	8,30	— 0,13	960,9	R.
»	8,21	» »	— 0,09	961,2	D.
»	8,17	» »	— 0,13	960,9	G.
»	8,31	» »	+ 0,01	961,9	P.
26	8,33	8,36	— 0,03	961,6	D.

Osservazioni del diametro orizzontale del Sole
fatte al R. Osservatorio del Campidoglio nel 1881.

Data	Durata del passaggio		Differenza	Semidiametro ridotto alla distanza media	Osservatore
	Osservata	Nautical Almanac			
1881					
Sett. 26	$2^m\ 8^s,29$	$2^m\ 8^s,36$	$-0^s,07$	961″,3	G.
»	8,41	» »	+ 0,05	962,2	P.
27	8,19	8,42	— 0,23	960,1	R.
»	8,31	» »	— 0,11	961,0	D.
»	8,34	» »	— 0,08	961,2	G.
28	8,23	8,48	— 0,25	960,0	R.
»	8,37	» »	— 0,11	961,0	G.
»	8,22	» »	— 0,26	959,9	P.
Ottob. 3	8,66	8,92	— 0,26	959,9	R.
»	8,73	» »	— 0,19	960,4	G.
»	8,90	» »	— 0,02	961,7	P.
6	9,00	9,26	— 0,26	959,9	R.
»	9,20	» »	— 0,06	961,4	G.
»	9,14	» »	— 0,12	960,9	P.
7	9,04	9,38	— 0,34	959,3	R.
»	9,22	» »	— 0,16	960,6	G.
9	9,44	9,62	— 0,18	960,5	R.
»	9,58	» »	— 0,04	961,5	G.
»	9,59	» »	— 0,03	961,6	P.
10	9,53	9,76	— 0,23	960,1	R.
»	9,61	» »	— 0,15	960,7	G.
11	9,73	9,92	— 0,19	960,4	R.
»	9,72	» »	— 0,20	960,3	G.
»	9,79	» »	— 0,13	960,9	P.
12	9,77	10,06	— 0,29	959,7	R.
»	9,85	» »	— 0,21	960,2	G.
»	9,97	» »	— 0,09	961,2	P.
13	10,10	10,20	— 0,10	961,1	R.
»	10,17	» »	— 0,03	961,6	G.
»	10,14	» »	— 0,06	961,4	P.
15	10,33	10,54	— 0,21	960,3	R.
»	10,28	» »	— 0,26	959,9	G.
»	10,49	» »	— 0,05	961,4	P.
16	10,57	10,70	— 0,13	960,9	P.
17	10,75	10,88	— 0,13	960,9	R.
»	10,71	» »	— 0,17	960,6	G.
»	10,86	» »	— 0,02	961,7	P.
18	10,81	11,06	— 0,25	960,0	R.
»	10,90	» »	— 0,16	960,6	G.
25	12,26	12,42	— 0,16	960,6	R.
»	12,29	» »	— 0,13	960,9	G.
»	12,44	» »	+ 0,02	962,0	P.
26	12,57	12,64	— 0,07	961,3	R.
»	12,69	» »	+ 0,05	962,2	G.

Data	Durata del passaggio		Differenza	Semidiametro ridotto alla distanza media	Osservatore
	Osservata	Nautical Almanac			
1881					
Ottob. 26	$2^m 12^s,69$	$2^m 12^s,64$	$+0^s,05$	962″,2	P.
27	12,69	12,86	— 0,17	960,6	R.
»	12,84	» »	— 0,02	961,7	G.
»	12,80	» »	— 0,06	961,4	P.
Nov. 3	14,14	14,44	— 0,30	959,6	R.
»	14,23	» »	— 0,21	960,3	D.
»	14,27	» »	— 0,17	960,6	G.
4	14,59	14,68	— 0,09	961,2	R.
»	14,63	» »	— 0,05	961,5	D.
»	14,62	» »	— 0,06	961,4	G.
5	14,81	14,90	— 0,09	961,2	D.
»	14,81	» »	— 0,09	961,2	G.
»	14,96	» »	+ 0,06	962,2	P.
6	15,01	15,14	— 0,13	960,9	R.
»	15,11	» »	— 0,03	961,6	D.
»	15,23	» »	+ 0,09	962,5	G.
7	15,20	15,38	— 0,18	960,5	R.
»	15,38	» »	0,00	961,8	G.
»	15,36	» »	— 0,02	961,7	P.
8	15,66	15,62	+ 0,04	962,1	D.
»	15,73	» »	+ 0,11	962,6	G.
»	15,80	» »	+ 0,18	963,2	P.
9	15,68	15,86	— 0,18	960,5	R.
»	15,88	» »	+ 0,02	962,0	D.
»	15,89	» »	+ 0,03	962,1	G.
»	15,84	» »	— 0,02	961,7	P.
10	16,03	16,10	— 0,07	961,3	D.
»	16,17	» »	+ 0,07	962,3	G.
»	16,21	» »	+ 0,11	962,6	P.
11	16,20	16,34	— 0,14	960,8	D.
»	16,33	» »	— 0,01	961,7	G.
»	16,35	» »	+ 0,01	961,9	P.
12	16,68	16,56	+ 0,12	962,7	R.
»	16 43	» »	— 0,13	960,9	D.
»	16,53	» »	— 0,03	961,6	G.
13	16,57	16,80	— 0,23	960,2	R.
»	16,66	» »	— 0,14	960,8	D.
»	16,76	» »	— 0,04	961,5	G.
»	16,86	» »	+ 0,06	962,2	P.
14	16,89	17,04	— 0,15	960,8	R.
»	16,88	» »	— 0,16	960,7	D.
»	17,02	» »	— 0,02	961,7	G.
»	16,98	» »	— 0,06	961,4	P.
15	17,21	17,28	— 0,07	961,3	R.

Osservazioni del diametro orizzontale del Sole fatte al R. Osservatorio del Campidoglio nel 1881.

DATA	Durata del passaggio		Differenza	Semidiametro ridotto alla distanza media	Osservatore
	Osservata	Nautical Almanac			
1881					
Nov. 15	2^m17^s,22	2^m17^s,28	— 0^s,06	961″,4	D.
»	17,31	» »	+ 0,03	962,0	G.
»	17,23	» »	— 0,05	961,5	P.
16	17,32	17,50	— 0,18	960,5	R.
»	17,44	» »	— 0,06	961,4	D.
»	17,53	» »	+ 0,03	962,0	G.
»	17,61	» »	+ 0,11	962,6	P.
17	17,58	17,74	— 0,16	960,7	R.
»	17,54	» »	— 0,20	960,4	D.
»	17,68	» »	— 0,06	961,4	G.
»	17,69	» »	— 0,05	961,5	P.
19	18,03	18,20	— 0,17	960,6	R.
»	18,12	» »	— 0,08	961,3	D.
»	18,22	» »	+ 0,02	962,0	G.
»	18,19	» »	— 0,01	961,7	P.
20	18,32	18,42	— 0,10	961,1	R.
»	18,41	» »	— 0,01	961,7	D.
»	18,46	» »	+ 0,04	962,1	G.
»	18,51	» »	+ 0,09	962,4	P.
21	18,46	18,64	— 0,18	960,6	R.
»	18,56	» »	— 0,08	961,3	D.
»	18,63	» »	— 0,01	961,7	G.
»	18,51	» »	— 0,13	960,9	P.
22	18,64	18,86	— 0,22	960,3	R.
»	18,74	» »	— 0,12	961,0	D.
»	18,81	» »	— 0,05	961,5	G.
»	18,77	» »	— 0,09	961,2	P.
23	18,88	19,08	— 0,20	960,4	R.
»	19,03	» »	— 0,05	961,5	D.
»	18,94	» »	— 0,14	960,8	G.
»	19,14	» »	+ 0,06	962,2	P.
24	19,09	19,28	— 0,19	960,5	R.
»	19,06	» »	— 0,22	960,3	D.
»	19,24	» »	— 0,04	961,5	G.
»	19,24	» »	— 0,04	961,5	P.
25	19,22	19,50	— 0,28	959,9	R.
»	19,22	» »	— 0,28	959,9	D.
»	19,33	» »	— 0,17	960,6	P.
26	19,51	19,70	— 0,19	960,5	R.
»	19,58	» »	— 0,12	961,0	D.
»	19,74	» »	+ 0,04	962,1	G.
»	19,59	» »	— 0,11	961,1	P.
27	19,88	19,90	— 0,02	961,7	R.
»	19,95	» »	+ 0,05	962,2	D.

DATA	Durata del passaggio		Differenza	Semidiametro ridotto alla distanza media	Osservatore
	Osservata	Nautical Almanac			
1881					
Nov. 27	2^m20^s,04	2^m19^s,90	+ 0^s,14	962″,8	G.
»	20,06	» »	+ 0,16	962,9	P.
28	19,76	20,10	— 0,34	959,4	R.
»	19,94	» »	— 0,16	960,7	D.
»	19,93	» »	— 0,17	960,6	G.
»	20,04	» »	— 0,06	961,4	P.
Dec. 2	20,67	20,82	— 0,15	960,8	R.
»	20,62	» »	— 0,20	960,4	D.
»	20,68	» »	— 0,14	960,8	G.
»	20,77	» »	— 0,05	961,5	P.
3	20,71	20,98	— 0,27	960,0	R.
»	20,81	» »	— 0,17	960,6	D.
»	20,79	» »	— 0,19	960,5	G.
»	20,90	» »	— 0,08	961,3	P.
4	20,84	21,14	— 0,30	959,8	R.
»	20,98	» »	— 0,16	960,7	D.
»	21,14	» »	0,00	961,8	G.
»	21,11	» »	— 0,03	961,6	P.
5	21,09	21,28	— 0,19	960,5	R.
»	21,16	» »	— 0,12	961,0	D.
»	21,19	» »	— 0,09	961,2	G.
»	21,24	» »	— 0,04	961,5	P.
6	21,35	21,42	— 0,07	961,3	D.
»	21,43	» »	+ 0,01	961,9	G.
»	21,41	» »	— 0,01	961,7	P.
8	21,39	21,68	— 0,29	959,8	R.
»	21,49	» »	— 0,19	960,5	D.
»	21,44	» »	— 0,24	960,2	G.
»	21,63	» »	— 0,05	961,5	P.
14	22,18	22,28	— 0,10	961,1	D.
»	22,24	» »	— 0,04	961,5	G.
»	22,15	» »	— 0,13	960,9	P.
18	22,36	22,50	— 0,14	960,9	D.
»	22,46	» »	— 0,04	961,5	G.
»	22,48	» »	— 0,02	961,7	P.
21	22,53	22,56	— 0,03	961,6	D.
»	22,58	» »	+ 0,02	962,0	G.
22	22,25	22,56	— 0,31	959,7	R.
»	22,46	» »	— 0,10	961,1	D.
»	22,39	» »	— 0,17	960,7	G.
»	22,46	» »	— 0,10	961,1	P.
24	22,41	22,54	— 0,13	960,9	R.
»	22,39	» »	— 0,15	960,8	D.
»	25,45	» »	— 0,09	961,2	G.

Osservazioni del diametro orizzontale del Sole fatte al R. Osservatorio del Campidoglio nel 1881.

Data	Durata del passaggio		Differenza	Semidiametro ridotto alla distanza media	Osservatore	Data	Durata del passaggio		Differenza	Semidiametro ridotto alla distanza media	Osservatore
	Osservata	Nautical Almanac					Osservata	Nautical Almanac			
1881						1881					
Dic. 24	$2^m22^s,46$	$2^m22^s,54$	$-0^s,08$	961″,3	P.	28	$2^m22^s,14$	$2^m22^s,40$	$-0^s,26$	960″,0	R.
25	22,31	22,52	— 0,21	960,4	R.	»	22,31	» »	— 0,09	961,2	D.
»	22,39	» »	— 0,13	960,9	D.	»	22,34	» »	— 0,06	961,4	G.
»	22,30	» »	— 0,22	960,3	G.	»	22,37	» »	— 0,03	961,6	P.
»	22,45	» »	— 0,07	961,3	P.	29	22,03	22,34	— 0,31	959,7	R.
26	22,61	22,50	+ 0,11	962,6	D.	»	22,18	» »	— 0,16	960,7	D.
»	22,64	» »	+ 0,14	962,8	G.	»	22,18	» »	— 0,16	960,7	G.
»	22,64	» »	+ 0,14	962,8	P.	»	22,21	» »	— 0,13	960,9	P.
27	22,27	22,46	— 0,19	960,5	R.	31	22,03	22,20	— 0,17	960,7	R.
»	22,24	» »	— 0,22	960,3	D.	»	22,06	» »	— 0,14	960,8	D.
»	22,36	» »	— 0,10	961,1	G.	»	22,13	» »	— 0,07	961,3	G.
»	22,41	» »	— 0,05	961,5	P.	»	22,08	» »	— 0,12	961,0	P.

Ricerche intorno all'equilibrio de' corpi elastici isotropi.

Memoria del prof. VALENTINO CERRUTI

approvata con relazione al Presidente

nelle ferie accademiche dell' anno 1881-82.

Il primo metodo d'integrazione, veramente generale, delle equazioni per l'equilibrio de' corpi elastici isotropi venne dato dal prof. Betti nella sua Memoria sulla *Teoria dell'elasticità* pubblicata ne' tomi VII, VIII, IX, X, 2ª serie, del *Nuovo Cimento.* Col metodo proposto dal prof. Betti l'integrazione delle predette equazioni si compie in due stadî: nel primo stadio si cercano i valori della condensazione cubica Θ e delle componenti $\frac{1}{2}\mathfrak{T}_1$, $\frac{1}{2}\mathfrak{T}_2$, $\frac{1}{2}\mathfrak{T}_3$ della rotazione di una particella qualunque del corpo: nel secondo si deducono le espressioni degli spostamenti. Il calcolo delle quattro funzioni Θ, $\mathfrak{T}_1$, $\mathfrak{T}_2$, $\mathfrak{T}_3$, non è semplice, perchè per ognuna di esse bisogna previamente conoscere la deformazione prodotta nel corpo da uno speciale sistema di forze agenti in superficie, ossia bisogna previamente trovare quattro gruppi di tre funzioni ausiliarie rappresentanti gli spostamenti per ciascuno de' quattro sistemi di forze testè accennati. Sebbene ognuno di questi sistemi di forze abbia un'espressione non molto complicata, tuttavia non si possiede un processo generale per determinare la deformazione che loro corrisponde. Supposto che in un modo qualunque siensi ottenute queste dodici funzioni ausiliarie, la determinazione degli spostamenti si riduce a quella di tre funzioni, delle quali il parametro differenzial secondo nell' interno del corpo ed in superficie la derivata rispetto alla normale prendono valori assegnati.

Attese le difficoltà, che si presentano nella ricerca delle dodici funzioni ausiliarie, parrebbe a prima vista doversi il metodo proposto dal prof. Betti riguardare come un metodo puramente teorico d'integrazione, importante solo perchè permette di penetrare più addentro nell'intima natura delle equazioni dell'elasticità, ma poco utile per la effettiva loro integrazione ne' casi particolari. Ora io crederei questo giudizio affatto erroneo, perchè si possono al metodo stesso apportare tali e tante semplificazioni da renderlo senz'alcun dubbio preferibile ai tentativi vaghi e di esito incerto, co' quali s'è cercato finora di risolvere i problemi di equilibrio de' corpi elastici isotropi. La Memoria che ho l' onore di sottoporre all'Accademia, è appunto destinata a mostrare queste semplificazioni in generale, ed a risolvere un problema particolare col nuovo metodo. Io considero distintamente, come ho già fatto in un altro lavoro [1],

[1] Cerruti, *Sulle vibrazioni de' corpi elastici isotropi.* R. Accademia de' Lincei, Memorie della Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, serie 3ª, t. VIII. pp. 361-389.

i tre casi in cui in superficie: 1° sieno dati gli spostamenti; 2° sieno date le forze esterne applicate; 3° su una porzione sieno dati gli spostamenti e sulla rimanente sieno date le forze; e trovo che, prescindendo da operazioni dirette alla determinazione di funzioni che nell'interno del corpo debbono soddisfare alla $\Delta^2 =$ ad una funzione data delle coordinate ed in superficie prendere esse o le loro derivate secondo la normale valori prescritti, basta nel primo caso la conoscenza di una sola funzione ausiliaria (per la quale sarà necessario valersi di particolari artifizî), nel secondo e nel terzo per lo più di una sola funzione ancora e nelle circostanze meno favorevoli di tre. In seguito applico il metodo generale allo studio della deformazione prodotta in un corpo elastico indefinito limitato da un piano, quando nel suo interno agiscano forze qualunque, ed alla superficie sieno date o le forze o gli spostamenti. È questo per verità il problema più semplice che si possa presentare, ma, per quanto io so, non è mai stato risoluto in modo completo. Lamé e Clapeyron abbozzarono la soluzione di un caso particolare nella loro celebre Memoria *Sull'equilibrio interno dei corpi solidi omogenei* [1]: lo stesso problema con maggior generalità venne ripreso dal sig. Boussinesq in parecchie Note inserte ne' *Comptes-rendus* dell'Accademia delle Scienze di Parigi [2], ma la soluzione, che egli ne dà, mi sembra ancora deficiente sotto molti rispetti. Del resto io ho trattato questo problema per dare un'illustrazione abbastanza facile del metodo generale, e mi sono sforzato di condurre la soluzione in modo che essa potesse somministrare qualche lume per la trattazione di problemi analoghi, per corpi di forma più complicata.

[1] Mémoires présentés par divers savants à l'Académie royale des sciences de l'Institut de France, t. IV, pp. 465-562.

[2] Comptes rendus etc. t. LXXXVI, pp. 1260-1263; t. LXXXVII, pp. 402-405, 519-522, 687-689, 1077-1078; t. LXXXVIII, pp. 741-743.

CAPITOLO PRIMO

Sull'integrazione delle equazioni per l'equilibrio de' corpi elastici isotropi.

1. *Equazioni generali per l'equilibrio de' corpi elastici isotropi e processo generale per la loro integrazione.* — Dicansi: S lo spazio occupato da un corpo elastico omogeneo isotropo; s la superficie che lo termina; n la normale in punto qualunque di questa superficie rivolta verso l'interno del corpo; ρ la sua densità; X, Y, Z le componenti delle forze applicate in un punto qualunque della massa; u, v, w le proiezioni sui tre assi dello spostamento dello stesso punto; Ω, ω, le velocità con cui si propagano nel corpo le vibrazioni longitudinali e trasversali; le equazioni indefinite per l'equilibrio si possono mettere sotto le due forme

$$
\begin{aligned}
&X+(\Omega^2-\omega^2)\frac{\partial\Theta}{\partial x}+\omega^2\Delta^2 u = X+\Omega^2\frac{\partial\Theta}{\partial x}+\omega^2\left(\frac{\partial\mathfrak{S}_2}{\partial z}-\frac{\partial\mathfrak{S}_3}{\partial y}\right)=0,\\
&Y+(\Omega^2-\omega^2)\frac{\partial\Theta}{\partial y}+\omega^2\Delta^2 v = Y+\Omega^2\frac{\partial\Theta}{\partial y}+\omega^2\left(\frac{\partial\mathfrak{S}_3}{\partial x}-\frac{\partial\mathfrak{S}_1}{\partial z}\right)=0, \qquad (1)\\
&Z+(\Omega^2-\omega^2)\frac{\partial\Theta}{\partial z}+\omega^2\Delta^2 w = Z+\Omega^2\frac{\partial\Theta}{\partial z}+\omega^2\left(\frac{\partial\mathfrak{S}_1}{\partial y}-\frac{\partial\mathfrak{S}_2}{\partial x}\right)=0:
\end{aligned}
$$

è utile aver presenti queste due forme delle equazioni d'equilibrio, perchè nel seguito ci tornerà comodo riferirci or all'una, or all'altra di esse. Alla superficie s le u, v, w o debbono ridursi a date funzioni delle coordinate o soddisfare alle equazioni

$$
\begin{aligned}
&\frac{L}{\rho}+2\omega^2\frac{du}{dn}+(\Omega^2-2\omega^2)\Theta\frac{dx}{dn}+\omega^2\left(\mathfrak{S}_3\frac{dy}{dn}-\mathfrak{S}_2\frac{dz}{dn}\right)=0,\\
&\frac{M}{\rho}+2\omega^2\frac{dv}{dn}+(\Omega^2-2\omega^2)\Theta\frac{dy}{dn}+\omega^2\left(\mathfrak{S}_1\frac{dz}{dn}-\mathfrak{S}_3\frac{dx}{dn}\right)=0, \qquad (2)\\
&\frac{N}{\rho}+2\omega^2\frac{dw}{dn}+(\Omega^2-2\omega^2)\Theta\frac{dz}{dn}+\omega^2\left(\mathfrak{S}_2\frac{dx}{dn}-\mathfrak{S}_1\frac{dy}{dn}\right)=0
\end{aligned}
$$

in quella parte, nella quale agiscono determinate forze esterne L, M, N.

Se denotiamo con x_1, y_1, z_1 le coordinate di un punto individuato del corpo, e con $R=\sqrt{(x-x_1)^2+(y-y_1)^2+(z-z_1)^2}$ la sua distanza da un altro qualunque (x, y, z) di esso, e facciamo per compendio

$$
\begin{aligned}
A&=\int_S\frac{X\,dS}{R}+\frac{1}{\rho}\int_s\frac{L\,ds}{R}+\omega^2\int_s u\frac{d\frac{1}{R}}{dn}ds+\omega^2\int_s\left(u\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial x}+v\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial y}+w\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial z}\right)\frac{dx}{dn}ds,\\
B&=\int_S\frac{Y\,dS}{R}+\frac{1}{\rho}\int_s\frac{M\,ds}{R}+\omega^2\int_s v\frac{d\frac{1}{R}}{dn}ds+\omega^2\int_s\left(u\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial x}+v\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial y}+w\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial z}\right)\frac{dy}{dn}ds, \qquad (3)\\
C&=\int_S\frac{Z\,dS}{R}+\frac{1}{\rho}\int_s\frac{N\,ds}{R}+\omega^2\int_s w\frac{d\frac{1}{R}}{dn}ds+\omega^2\int_s\left(u\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial x}+v\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial y}+w\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial z}\right)\frac{dz}{dn}ds,
\end{aligned}
$$

le espressioni della condensazione cubica Θ e delle componenti $\frac{1}{2}\mathfrak{T}_1$, $\frac{1}{2}\mathfrak{T}_2$, $\frac{1}{2}\mathfrak{T}_3$ della rotazione nel punto (x_1, y_1, z_1) si possono scrivere così [1]

$$
\begin{aligned}
4\pi\Omega^2\,\Theta &= \frac{\partial A}{\partial x_1} + \frac{\partial B}{\partial y_1} + \frac{\partial C}{\partial z_1},\\
4\pi\omega^2\mathfrak{T}_1 &= \frac{\partial C}{\partial y_1} - \frac{\partial B}{\partial z_1},\\
4\pi\omega^2\mathfrak{T}_2 &= \frac{\partial A}{\partial z_1} - \frac{\partial C}{\partial x_1},\\
4\pi\omega^2\mathfrak{T}_3 &= \frac{\partial B}{\partial x_1} - \frac{\partial A}{\partial y_1}.
\end{aligned}
\tag{4}
$$

Per le note proprietà delle funzioni potenziali si vede facilmente, che i secondi membri delle (4) si mantengono finiti e continui in generale anche quando il punto x_1, y_1, z_1, si accosta alla superficie limite del corpo; ma non è ben chiaro se in prossimità di essa abbia ancor luogo l'eguaglianza tra i primi ed i secondi membri, attesochè le (4) non vennero dimostrate se non nel caso in cui attorno al punto (x_1, y_1, z_1) come centro sia possibile di descrivere una sfera, di raggio arbitrariamente piccolo, tutta contenuta entro il corpo. Ma questa difficoltà si può rimuovere nel modo seguente. Vogliasi per esempio giustificare la prima delle (4): ebbene, si immagini staccato dal corpo un elemento S_1 con una sfera di raggio piccolissimo avente il centro nel punto x_1, y_1, z_1 prossimo alla superficie per ipotesi: quest'elemento sarà limitato da una porzione s' della superficie sferica descritta e da una porzione s_1 della superficie del corpo. Indi assunti gli spostamenti ausiliarî

$$
u_1 = \frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial x_1},\quad v_1 = \frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial y_1},\quad w_1 = \frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial z_1},
\tag{5}
$$

i quali soddisfano alle equazioni (1) per $X = Y = Z = 0$, si applichi il noto teorema del prof. Betti ai due gruppi di spostamenti u, v, w; u_1, v_1, w_1 ed allo spazio $S - S_1$. Allora denotando con L_1, M_1, N_1 tensioni eguali ed opposte a quelle provocate dagli spostamenti u_1, v_1, w_1 sulla superficie $s - s_1$ e con L'_1, M'_1, N'_1 le tensioni analoghe

[1] Queste espressioni, salvo la forma più compatta sotto cui le ho qui trascritte, si trovano dimostrate nella Memoria del prof. Betti e nella mia già sopracitate: nella forma attuale si prestano comodamente allo studio di talune analogie elettriche ed elettromagnetiche, delle quali non mi occupo qui per non allontanarmi troppo dal soggetto di questo lavoro. Le (4) sussistono anche se il corpo è animato da moti vibratorî, purchè nell'espressione di Θ si muti t in $t' - \frac{R}{\Omega}$ ed in quelle di $\mathfrak{T}_1$, $\mathfrak{T}_2$, $\mathfrak{T}_3$ si muti t in $t' - \frac{R}{\omega}$: allora esse ci darebbero i valori della condensazione cubica e delle rotazioni nel punto x_1, y_1, z_1 alla fine del tempo t'.

per la superficie s' e finalmente con L', M', N' tensioni eguali ed opposte a quelle provocate sulla superficie s' dagli spostamenti u, v, w, si avrà

$$\rho\int_{S-S_1}\left(X\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial x_1}+Y\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial y_1}+Z\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial z_1}\right)dS+\int_{s-s_1}\left(L\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial x_1}+M\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial y_1}+N\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial z_1}\right)ds$$

$$+\int_{s'}\left(L'\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial x_1}+M'\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial y_1}+N'\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial z_1}\right)ds$$

$$=\int_{s-s_1}(L_1u+M_1v+N_1w)\,ds+\int_{s'}(L'_1u+M'_1v+N'_1w)\,ds,$$

od anche, ponendo per L_1, M_1, N_1; L'_1, M'_1, N'_1 i valori che si cavano dalle (2) quando vi si introducono gli spostamenti u_1, v_1, w_1,

$$\rho\int_{S}\left(X\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial x_1}+Y\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial y_1}+Z\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial z_1}\right)dS$$

$$+\int_{s}\left(L\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial x_1}+M\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial y_1}+N\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial z_1}\right)ds+2\rho\omega^2\int_{s}\left(u\frac{d}{dn}\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial x_1}+v\frac{d}{dn}\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial y_1}+w\frac{d}{dn}\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial z_1}\right)ds$$

$$=\rho\int_{S_1}\left(X\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial x_1}+Y\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial y_1}+Z\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial z_1}\right)dS+\int_{s_1}\left(L\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial x_1}+M\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial y_1}+N\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial z_1}\right)ds$$

$$-\int_{s'}\left(L'\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial x_1}+M'\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial y_1}+N'\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial z_1}\right)ds+2\rho\omega^2\int_{s_1}\left(u\frac{d}{dn}\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial x_1}+v\frac{d}{dn}\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial y_1}+w\frac{d}{dn}\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial z_1}\right)ds$$

$$-2\rho\omega^2\int_{s'}\left(u\frac{d}{dR}\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial x_1}+v\frac{d}{dR}\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial y_1}+w\frac{d}{dR}\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial z_1}\right)ds.$$

Ora il primo membro, in virtù delle (3), si riduce a

$$\frac{\partial A}{\partial x_1}+\frac{\partial B}{\partial y_1}+\frac{\partial C}{\partial z_1};$$

degli integrali che figurano nel secondo membro, il primo è evanescente col raggio della sfera per quanto vicino alla superficie del corpo venga a trovarsi il punto (x_1, y_1, z_1); la somma degli altri ha per limite il valore di $4\pi\Omega^2\Theta$ in quel punto della supeficie s nel quale si fa cadere il punto (x_1, y_1, z_1), quando nello stesso tempo si

fa decrescere indefinitamente il raggio della sfera; e ciò si fa vedere collo stesso procedimento che serve a stabilire le (4) nel caso in cui il punto (x_1, y_1, z_1) si trova a distanza finita dalla superficie, salvo qualche maggior lunghezza di calcolo ed un po' più di cura nel fissare i limiti verso i quali convergono alcuni termini coll'avvicinarsi del punto (x_1, y_1, z_1) alla superficie stessa. In modo analogo si giustificherebbero le tre altre eguaglianze (4).

Nell'integrazione delle equazioni (1) si può tenere il seguente processo: supponiamo anzitutto, che sieno dati gli spostamenti su tutta la superficie s. Determinati gli spostamenti ausiliarî ξ', η', ζ', che in tutto lo spazio S soddisfano alla (1) per $X=Y=Z=0$, e pei quali in superficie si ha

$$\xi' = \frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial x_1}, \quad \eta' = \frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial y_1}, \quad \zeta' = \frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial z_1}, \tag{6}$$

mediante il teorema del prof. Betti si elimineranno le forze incognite (¹) L, M, N dall'espressione della condensazione cubica Θ data dalla prima delle (4), e con ciò la funzione Θ risulterà conosciuta per un punto (x_1, y_1, z_1) qualunque del corpo. In seguito, riferendoci alla prima forma delle (1), si avranno gli spostamenti u, v, w cercando semplicemente tre funzioni, le quali nell'interno del corpo soddisfino alla $\Delta^2 =$ ad una certa funzione delle coordinate e prendano in superficie valori assegnati. La medesima strada si può seguire pel calcolo degli spostamenti ξ', η', ζ', quando se ne conosca la corrispondente condensazione cubica ϑ'. Pertanto, siccome le difficoltà più o meno grandi che si incontrano nel determinare una funzione, la quale entro un certo spazio S soddisfi alla $\Delta^2 = f(x, y, z)$ e prenda in superficie dati valori, non dipendono nè dalla funzione f, nè dai valori dati in superficie, ma esclusivamente dalla configurazione di questa superficie, si vede subito, che, ogniqualvolta questo problema si sappia risolvere, *il calcolo della deformazione di un corpo proveniente da spostamenti arbitrariamente prodotti in superficie esigerà solamente la conoscenza della funzione ausiliaria ϑ', funzione ausiliaria che si dovrà determinare con speciali artificî.*

Se anche dalle espressioni di $\mathfrak{S}_1$, $\mathfrak{S}_2$, $\mathfrak{S}_3$ si volessero eliminare le forze incognite L, M, N, avanti di aver ottenuto i valori degli spostamenti de' diversi del corpo, bisognerebbe trovare un sistema di spostamenti ausiliarî, soddisfacenti sempre alle (1) per $X=Y=Z=0$, e i cui valori in superficie fossero rispettivamente

$$\begin{aligned}
\xi'_1 &= 0, & \eta'_1 &= -\frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial z_1}, & \zeta'_1 &= \frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial y_1}, \\
\xi'_2 &= \frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial z_1}, & \eta'_2 &= 0, & \zeta'_2 &= -\frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial x_1}, \\
\xi'_3 &= -\frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial y_1}, & \eta'_3 &= \frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial x_1}, & \zeta'_3 &= 0.
\end{aligned} \tag{7}$$

(¹) Cerruti, l. c.

Ma il calcolo di questi spostamenti ausiliarî, se può giovare per conferire una forma elegante alle espressioni di $\mathfrak{S}_1$, $\mathfrak{S}_2$, $\mathfrak{S}_3$, è inutile per la risoluzione del problema di cui ci occupiamo.

Quando in superficie, invece degli spostamenti, fossero date le forze, la integrazione delle equazioni (1) non si potrebbe effettuare in modo così semplice, salvo il caso eccezionale in cui alla superficie le rotazioni fossero note per qualche particolare considerazione. In questo caso, conosciuto il valore di Θ, la determinazione di u, v, w sarebbe ridotta a quella di tre funzioni, le quali entro lo spazio S soddisfano alla Δ^2 = a date funzioni delle coordinate con valori assegnati in superficie per le derivate secondo la normale. Ma se questa fortunata circostanza non si presenta, il problema generale venne ricondotto dal prof. Betti a problemi di questa sorte nel seguente modo [1].

Dapprima si ponga per brevità

$$\Phi=\frac{d\frac{1}{\mathrm{R}}}{dn}, \quad \Phi_1=\frac{\partial\frac{1}{\mathrm{R}}}{\partial y}\frac{dz}{dn}-\frac{\partial\frac{1}{\mathrm{R}}}{\partial z}\frac{dy}{dn}, \quad \Phi_2=\frac{\partial\frac{1}{\mathrm{R}}}{\partial z}\frac{dx}{dn}-\frac{\partial\frac{1}{\mathrm{R}}}{\partial x}\frac{dz}{dn},$$

$$\Phi_3=\frac{\partial\frac{1}{\mathrm{R}}}{\partial x}\frac{dy}{dn}-\frac{\partial\frac{1}{\mathrm{R}}}{\partial y}\frac{dx}{dn},$$

e si determinino quattro sistemi di spostamenti ausiliarî ξ', η'..; ξ'_1, η'_1..; ξ'_2, η'_2..; ξ'_3, η'_3.., rispettivamente provocati nel corpo dalle forze, agenti soltanto in superficie,

$$\begin{aligned}
&\mathrm{L}'=-2\rho\omega^2\frac{\partial\Phi}{\partial x_1}, \quad \mathrm{M}'=-2\rho\omega^2\frac{\partial\Phi}{\partial y_1}, \quad \mathrm{N}'=-2\rho\omega^2\frac{\partial\Phi}{\partial z_1},\\
&\mathrm{L}'_1=\rho\omega^2\frac{\partial\Phi_1}{\partial x_1}, \quad \mathrm{M}'_1=\rho\omega^2\left(\frac{\partial\Phi_1}{\partial y_1}-\frac{\partial\Phi}{\partial z_1}\right), \quad \mathrm{N}'_1=\rho\omega^2\left(\frac{\partial\Phi_1}{\partial z_1}+\frac{\partial\Phi}{\partial y_1}\right),\\
&\mathrm{L}'_2=\rho\omega^2\left(\frac{\partial\Phi_2}{\partial x_1}+\frac{\partial\Phi}{\partial z_1}\right), \quad \mathrm{M}'_2=\rho\omega^2\frac{\partial\Phi_2}{\partial y_1}, \quad \mathrm{N}'_2=\rho\omega^2\left(\frac{\partial\Phi_2}{\partial z_1}-\frac{\partial\Phi}{\partial x_1}\right),\\
&\mathrm{L}'_3=\rho\omega^2\left(\frac{\partial\Phi_3}{\partial x_1}-\frac{\partial\Phi}{\partial y_1}\right), \quad \mathrm{M}'_3=\rho\omega^2\left(\frac{\partial\Phi_3}{\partial y_1}+\frac{\partial\Phi}{\partial x_1}\right), \quad \mathrm{N}'_3=\rho\omega^2\frac{\partial\Phi_3}{\partial z_1}.
\end{aligned} \tag{8}$$

Ciò fatto, secondo il metodo proposto dal prof. Betti, coll'applicazione del suo teorema si elimineranno dalle (4) gli spostamenti incogniti dei punti situati sulla superficie s e si avranno così i valori delle quattro funzioni Θ, $\mathfrak{S}_1$, $\mathfrak{S}_2$, $\mathfrak{S}_3$ per qualsivoglia punto del corpo.

Conseguito per altro il valore di Θ si possono abbreviare notevolmente le ulteriori operazioni richieste per la completa soluzione del problema. Invero dalle equazioni (1) nella seconda loro forma, ove per compendio si faccia

$$\frac{\mathrm{X}}{\omega^2}+\frac{\Omega^2}{\omega^2}\frac{\partial\Theta}{\partial x}=0, \quad \frac{\mathrm{Y}}{\omega^2}+\frac{\Omega^2}{\omega^2}\frac{\partial\Theta}{\partial y}=\mathrm{P}, \quad \frac{\mathrm{Z}}{\omega^2}+\frac{\Omega^2}{\omega^2}\frac{\partial\Theta}{\partial z}=\mathrm{Q}, \tag{9}$$

si deduce

$$\frac{\partial\mathfrak{S}_3}{\partial y}-\frac{\partial\mathfrak{S}_2}{\partial z}=0, \quad \frac{\partial\mathfrak{S}_1}{\partial z}-\frac{\partial\mathfrak{S}_3}{\partial x}=\mathrm{P}, \quad \frac{\partial\mathfrak{S}_2}{\partial x}-\frac{\partial\mathfrak{S}_1}{\partial y}=\mathrm{Q},$$

[1] Betti, l. c.

e le tre funzioni O, P, Q sono fra loro legate dalla

$$\frac{\partial O}{\partial x} + \frac{\partial P}{\partial y} + \frac{\partial Q}{\partial z} = 0 . \tag{10}$$

Indi si ponga

$$O = O_1 + \frac{\partial \psi}{\partial x}, \quad P = P_1 + \frac{\partial \psi}{\partial y}, \quad Q = Q_1 + \frac{\partial \psi}{\partial z}$$

con $\Delta^2 \psi = 0$ in tutto lo spazio S e

$$\frac{d\psi}{dn} = O \frac{dx}{dn} + P \frac{dy}{dn} + Q \frac{dz}{dn}$$

in superficie. Le due condizioni imposte alla funzione ψ non sono contradditorie, perchè come conseguenza della (10) si ha

$$\int_s \left(O \frac{dx}{dn} + P \frac{dy}{dn} + Q \frac{dz}{dn} \right) ds = 0 .$$

Pertanto fra le tre funzioni O_1, P_1, Q_1 intercederà la relazione

$$\frac{\partial O_1}{\partial x} + \frac{\partial P_1}{\partial y} + \frac{\partial Q_1}{\partial z} = 0 , \tag{11}$$

ed in superficie si avrà ovunque

$$O_1 \frac{dx}{dn} + P_1 \frac{dy}{dn} + Q_1 \frac{dz}{dn} = 0 .$$

Prendiamo ora

$$F = -\frac{1}{4\pi} \int_S \frac{O'_1 \, dS}{r}, \quad G = -\frac{1}{4\pi} \int_S \frac{P'_1 \, dS}{r}, \quad H = -\frac{1}{4\pi} \int_S \frac{Q'_1 \, dS}{r},$$

essendo $r^2 = (x'-x)^2 + (y'-y)^2 + (z'-z)^2$ ed O'_1, P'_1, Q'_1 i valori di O_1, P_1, Q_1 nel punto qualunque (x', y', z') e $dS = dx' \, dy' \, dz'$: indi, dopo d'aver fatto

$$\mathfrak{S}_1 = \mathfrak{S}'_1 + \mathfrak{S}''_1, \quad \mathfrak{S}_2 = \mathfrak{S}'_2 + \mathfrak{S}''_2, \quad \mathfrak{S}_3 = \mathfrak{S}'_3 + \mathfrak{S}''_3,$$

si assumano per $\mathfrak{S}'_1$, $\mathfrak{S}'_2$, $\mathfrak{S}'_3$ le espressioni

$$\mathfrak{S}'_1 = \frac{\partial G}{\partial z} - \frac{\partial H}{\partial y}, \quad \mathfrak{S}'_2 = \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\partial F}{\partial z}, \quad \mathfrak{S}'_3 = \frac{\partial F}{\partial y} - \frac{\partial G}{\partial x},$$

ossia, detti O', P', Q', ψ' i valori di O, P, Q, ψ nel punto (x', y', z'),

$$\begin{aligned}
4\pi \mathfrak{S}'_1 &= \int_S \left(P' \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial z'} - Q' \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial y'} \right) dS - \int_S \left(\frac{\partial \psi'}{\partial y'} \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial z'} - \frac{\partial \psi'}{\partial z'} \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial y'} \right) dS , \\
4\pi \mathfrak{S}'_2 &= \int_S \left(Q' \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial x'} - O' \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial z'} \right) dS - \int_S \left(\frac{\partial \psi'}{\partial z'} \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial x'} - \frac{\partial \psi'}{\partial x'} \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial z'} \right) dS , \qquad (12) \\
4\pi \mathfrak{S}'_3 &= \int_S \left(O' \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial y'} - P' \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial x'} \right) dS - \int_S \left(\frac{\partial \psi'}{\partial x'} \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial y'} - \frac{\partial \psi'}{\partial y'} \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial x'} \right) dS ;
\end{aligned}$$

si avrà in seguito

$$\frac{\partial \mathfrak{E}''_3}{\partial y}-\frac{\partial \mathfrak{E}''_2}{\partial z}=\frac{\partial \psi}{\partial x},\quad \frac{\partial \mathfrak{E}''_1}{\partial z}-\frac{\partial \mathfrak{E}''_3}{\partial x}=\frac{\partial \psi}{\partial y},\quad \frac{\partial \mathfrak{E}''_2}{\partial x}-\frac{\partial \mathfrak{E}''_1}{\partial y}=\frac{\partial \psi}{\partial z}. \tag{13}$$

Si immagini ora la funzione ψ proseguita nello spazio esterno al corpo in modo che essa soddisfi ovunque alla $\Delta^2=0$, si annulli all' infinito, alla superficie s sia $\frac{d\psi}{dn}=\frac{d\psi_1}{dn}$ (quando con n si accenni la normale interna e con ψ_1 la funzione ψ proseguita), ed infine sia dappertutto finita, continua e ad un sol valore; la funzione ψ_1 con queste condizioni sarà pienamente determinata e le due funzioni ψ, ψ_1 si potranno riguardare come le funzioni potenziali interna ed esterna di un doppio strato magnetico deposto sulla superficie s. Detto φ il momento magnetico in un punto qualunque di s per unità di superficie, sarà

$$\varphi=\frac{\psi-\psi_1}{4\pi}, \tag{14}$$

e si potrà porre, indicando con φ' il valore di φ nel punto (x', y', z'),

$$\psi=\int_s \varphi' \frac{d\frac{1}{r}}{dn}\, ds. \tag{15}$$

Se poi con E si denota una funzione, la quale entro lo spazio S debba restare finita, continua, ad un sol valore e soddisfare alla $\Delta^2 \mathrm{E}=0$, dalle (13) si desume tosto

$$\begin{aligned}
\mathfrak{E}''_1&=\frac{\partial \mathrm{E}}{\partial x}+\int_s \varphi'\left(\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial y'}\frac{dz'}{dn}-\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial z'}\frac{dy'}{dn}\right)ds,\\
\mathfrak{E}''_2&=\frac{\partial \mathrm{E}}{\partial y}+\int_s \varphi'\left(\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial z'}\frac{dx'}{dn}-\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial x'}\frac{dz'}{dn}\right)ds,\\
\mathfrak{E}''_3&=\frac{\partial \mathrm{E}}{\partial z}+\int_s \varphi'\left(\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial x'}\frac{dy'}{dn}-\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial y'}\frac{dx'}{dn}\right)ds.
\end{aligned} \tag{16}$$

Sebbene la funzione ψ, e quindi anche φ, non sia determinata, che a meno di una costante, i valori di $\mathfrak{E}''_1$, $\mathfrak{E}''_2$, $\mathfrak{E}''_3$ riescono indipendenti da questa costante. Riunendo i valori trovati per le $\mathfrak{E}'$, $\mathfrak{E}''$ si ha

$$\begin{aligned}
\mathfrak{E}_1&=\frac{\partial \mathrm{E}}{\partial x}+\frac{1}{4\pi}\int_{\mathrm{S}}\left\{\left(\mathrm{P}'-\frac{\partial\psi'}{\partial y'}\right)\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial z'}-\left(\mathrm{Q}'-\frac{\partial\psi'}{\partial z'}\right)\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial y'}\right\}d\mathrm{S}-\int_s \varphi'\left(\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial z'}\frac{dy'}{dn}-\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial y'}\frac{dz'}{dn}\right)ds,\\
\mathfrak{E}_2&=\frac{\partial \mathrm{E}}{\partial y}+\frac{1}{4\pi}\int_{\mathrm{S}}\left\{\left(\mathrm{Q}'-\frac{\partial\psi'}{\partial z'}\right)\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial x'}-\left(\mathrm{O}'-\frac{\partial\psi'}{\partial x'}\right)\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial y'}\right\}d\mathrm{S}-\int_s \varphi'\left(\frac{\partial\frac{1}{r}}{dx'}\frac{dz'}{dn}-\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial z'}\frac{dx'}{dn}\right)ds,\\
\mathfrak{E}_3&=\frac{\partial \mathrm{E}}{\partial z}+\frac{1}{4\pi}\int_{\mathrm{S}}\left\{\left(\mathrm{O}'-\frac{\partial\psi'}{\partial x'}\right)\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial y'}-\left(\mathrm{P}'-\frac{\partial\psi'}{\partial y'}\right)\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial x'}\right\}d\mathrm{S}-\int_s \varphi'\left(\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial y'}\frac{dx'}{dn}-\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial x'}\frac{dy'}{dn}\right)ds,
\end{aligned} \tag{17}$$

ossia trasformando gli integrali di spazio, ne' quali figurano le derivate della funzione ψ, in integrali di superficie e tenendo presente la (14)

$$
\begin{aligned}
\mathfrak{C}_1 &= \frac{\partial E}{\partial x} + \frac{1}{4\pi}\int_S \left(P' \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial z'} - Q' \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial y'} \right) dS + \frac{1}{4\pi}\int_s \psi'_1 \left(\frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial z'} \frac{dy'}{dn} - \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial y'} \frac{dz'}{dn} \right) ds, \\
\mathfrak{C}_2 &= \frac{\partial E}{\partial y} + \frac{1}{4\pi}\int_S \left(Q' \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial x'} - O' \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial z'} \right) dS + \frac{1}{4\pi}\int_s \psi'_1 \left(\frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial x'} \frac{dz'}{dn} - \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial z'} \frac{dx'}{dn} \right) ds, \quad (18) \\
\mathfrak{C}_3 &= \frac{\partial E}{\partial z} + \frac{1}{4\pi}\int_S \left(O' \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial y'} - P' \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial x'} \right) dS + \frac{1}{4\pi}\int_s \psi'_1 \left(\frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial y'} \frac{dx'}{dn} - \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial x'} \frac{dy'}{dn} \right) ds,
\end{aligned}
$$

e, rimettendo per O', P', Q' le espressioni date dalle (9), finalmente

$$
\begin{aligned}
\mathfrak{C}_1 &= \frac{\partial E}{\partial x} + \frac{1}{4\pi\omega^2}\int_S \left(Y' \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial z'} - Z' \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial y'} \right) dS - \frac{1}{4\pi\omega^2}\int_s (\Omega^2\Theta' - \omega^2\psi'_1) \left(\frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial z'} \frac{dy'}{dn} - \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial y'} \frac{dz'}{dn} \right) ds, \\
\mathfrak{C}_2 &= \frac{\partial E}{\partial y} + \frac{1}{4\pi\omega^2}\int_S \left(Z' \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial x'} - X' \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial z'} \right) dS - \frac{1}{4\pi\omega^2}\int_s (\Omega^2\Theta' - \omega^2\psi'_1) \left(\frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial x'} \frac{dz'}{dn} - \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial z'} \frac{dx'}{dn} \right) ds, \quad (19) \\
\mathfrak{C}_3 &= \frac{\partial E}{\partial z} + \frac{1}{4\pi\omega^2}\int_S \left(X' \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial y'} - Y' \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial x'} \right) dS - \frac{1}{4\pi\omega^2}\int_s (\Omega^2\Theta' - \omega^2\psi'_1) \left(\frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial y'} \frac{dx'}{dn} - \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial x'} \frac{dy'}{dn} \right) ds.
\end{aligned}
$$

Laonde, quando fosse conosciuta la funzione E, la determinazione degli spostamenti sarebbe ricondotta alla soluzione di un problema già più volte ricordato: però le equazioni indefinite (1) sono soddisfatte qualunque sia la funzione E; quindi anche per $E = 0$. Una deformazione per la quale sia $\Theta = 0$, e le componenti della rotazione sieno rappresentate dalle derivate parziali della funzione E, è possibile ancora quando si supponga che il corpo perda la sua solidità, purchè la estensibilità cubica sia nulla. Più in generale, se X, Y, Z sono eguali a zero, una condensazione cubica non costante ha per conseguenza anche una rotazione delle particelle del corpo, ma non viceversa: che se dalle espressioni generali delle $\mathfrak{C}$ si separa la parte dovuta alla condensazione cubica, restano per le derivate parziali di una medesima funzione E, soddisfacente nell'interno del corpo alla $\Delta^2 E = 0$, espresse le componenti di una rotazione residua che può sussistere insieme coi rispettivi spostamenti, anche quando il corpo diventi liquido. Ma colle formole (19) questa separazione è ottenuta anche nel caso in cui le forze sollecitanti ogni elemento del corpo non sono nulle. Se

per un'analogia ben naturale chiamiamo *verticali* le linee definite dalle equazioni differenziali

$$dx : dy : dz = \mathfrak{E}_1 : \mathfrak{E}_2 : \mathfrak{E}_3 ,$$

si vede subito, che le linee verticali corrispondenti alla rotazione definita dalle $\frac{\partial E}{\partial x}, \frac{\partial E}{\partial y}, \frac{\partial E}{\partial z}$ costituiscono l'insieme delle traiettorie ortogonali alla famiglia di superficie isoterme $E = cost.$, e che l'ampiezza della rotazione in un punto qualunque M è inversamente proporzionale alla grossezza in questo punto dello strato compreso fra la superficie E che passa per esso e la superficie $E + dE$ infinitamente prossima: onde consegue che le linee verticali determinate dalla funzione E costituiscono un sistema molto particolare tra gli infiniti possibili in una massa liquida.

Immaginiamo proseguita la funzione E nello spazio esterno colle stesse condizioni, che abbiamo imposto più sopra alla funzione ψ, e si accennino con E_1 i valori di E in questa regione dello spazio: sulla superficie s le due funzioni avranno valori differenti: ebbene, posto

$$\frac{E - E_1}{4\pi} = \mathcal{E},$$

sarà, designando con $\mathcal{E}'$ il valore di $\mathcal{E}$ nel punto (x', y', z'),

$$E = \int_s \mathcal{E}' \frac{d\frac{1}{r}}{dn} ds;$$

e se si prende

$$F_1 = \int_s \frac{\mathcal{E}'}{r} \frac{dx'}{dn} ds, \quad G_1 = \int_s \frac{\mathcal{E}'}{r} \frac{dy'}{dn} ds, \quad H_1 = \int_s \frac{\mathcal{E}'}{r} \frac{dz'}{dn} ds,$$

e si denota con I_1 una funzione la quale entro lo spazio S soddisfa alla $\Delta^2 I_1 = 0$, le espressioni più generali degli spostamenti u_1, v_1, w_1, possibili nel corpo, quando la condensazione cubica è nulla e le componenti delle rotazioni sono date dalle derivate parziali della funzione E, saranno della forma

$$\left.\begin{aligned} u_1 &= \frac{\partial I_1}{\partial x} + \frac{\partial G_1}{\partial z} - \frac{\partial H_1}{\partial y}, \\ v_1 &= \frac{\partial I_1}{\partial y} + \frac{\partial H_1}{\partial x} - \frac{\partial F_1}{\partial z}, \\ w_1 &= \frac{\partial I_1}{\partial z} + \frac{\partial F_1}{\partial y} - \frac{\partial G_1}{\partial x}. \end{aligned}\right\} \quad (20)$$

Queste espressioni, per teoremi noti, ci dicono che gli spostamenti u_1, v_1, w_1 si possono riguardare come la sovraposizione di due gruppi di spostamenti, de' quali i primi in ogni punto sono proporzionali alle componenti dell'azione che eserciterebbero sovra un polo magnetico collocato in esso un semplice strato magnetico disteso sulla superficie s colla densità variabile $\frac{1}{4\pi} \frac{dI_1}{dn}$ ed un doppio strato pel quale il momento magnetico riferito alla unità di superficie fosse $\frac{I_1}{4\pi}$; i secondi invece rappresentano

il sistema potenziale di una serie di correnti elettriche circolanti lungo le strisce infinitesimali in cui la superficie s è suddivisa dalle linee $\mathcal{E}' = cost.$, e di intensità eguale a $d\mathcal{E}'$. Le componenti dell'azione che queste correnti eserciterebbero sovra un polo magnetico collocato in un punto qualunque del corpo, sono proporzionali alle componenti della rotazione subita dalla particella che ha nello stesso punto il suo centro ([1]).

Se in qualche modo si volesse evitare la ricerca diretta della funzione E, potrebbe in alcuni casi tornare utile il seguente processo. Designino U′, V′, W′ tre funzioni monodrome, finite e continue entro lo spazio S e soddisfacenti entro il medesimo spazio alle

$$\Delta^2 U' = 0\,, \quad \Delta^2 V' = 0\,, \quad \Delta^2 W' = 0$$

e sulla superficie s inoltre a queste altre equazioni

$$\begin{aligned} 2\frac{dU'}{dn} &= \frac{\partial E}{\partial z}\frac{dy}{dn} - \frac{\partial E}{\partial y}\frac{dz}{dn}, \\ 2\frac{dV'}{dn} &= \frac{\partial E}{\partial x}\frac{dz}{dn} - \frac{\partial E}{\partial z}\frac{dx}{dn}, \\ 2\frac{dW'}{dn} &= \frac{\partial E}{\partial y}\frac{dx}{dn} - \frac{\partial E}{\partial x}\frac{dy}{dn} \end{aligned} \tag{21}$$

(tutte queste condizioni non involgono contraddizione, perchè si verifica facilmente essere $\int_s \frac{dU'}{dn}\,ds = 0\,, \int_s \frac{dV'}{dn}\,ds = 0\,, \int_s \frac{dW'}{dn}\,ds = 0$); se si pongono

$$u + U' = U, \quad v + V' = V, \quad w + W' = W,$$

dalle (1) si desumerà tosto, che $\Delta^2 U$, $\Delta^2 V$, $\Delta^2 W$ entro lo spazio S sono funzioni conosciute delle x, y, z e così pure $\frac{dU}{dn}$, $\frac{dV}{dn}$, $\frac{dW}{dn}$ per i punti delle superficie s in virtù delle equazioni (2). Pertanto la determinazione delle U, V, W dipende dalla soluzione del solito problema già più volte accennato. Avute U, V, W se con $\varepsilon_1^{(0)}$, $\varepsilon_2^{(0)}$, $\varepsilon_3^{(0)}$ si designano i valori di ε_1, ε_2, ε_3, diminuiti rispettivamente di $\frac{\partial E}{\partial x}$, $\frac{\partial E}{\partial y}$, $\frac{\partial E}{\partial z}$ ne risulteranno le seguenti relazioni

$$\begin{aligned} \frac{\partial W}{\partial y} - \frac{\partial V}{\partial z} - \varepsilon_1^{(0)} &= \frac{\partial E}{\partial x} + \frac{\partial W'}{\partial y} - \frac{\partial V'}{\partial z}, \\ \frac{\partial U}{\partial z} - \frac{\partial W}{\partial x} - \varepsilon_2^{(0)} &= \frac{\partial E}{\partial y} + \frac{\partial U'}{\partial z} - \frac{\partial W'}{\partial x}, \\ \frac{\partial V}{\partial x} - \frac{\partial U}{\partial y} - \varepsilon_3^{(0)} &= \frac{\partial E}{\partial z} + \frac{\partial V'}{\partial x} - \frac{\partial U'}{\partial y}, \end{aligned} \tag{22}$$

([1]) Questo teorema, caso particolare di altri più generali che s'incontrano nello studio del moto de' fluidi (cfr. Beltrami, *Ricerche sulla Cinematica de' fluidi*, Memorie dell'Accademia di Bologna, t. I, II, III, V, serie III), venne qui riferito unicamente per mostrare l'origine delle analogie osservate tra certi problemi di moto de' fluidi e certi relativi all' equilibrio de' corpi elastici isotropi.

mercè le quali e le (21) bisognerà determinare i valore di E, U', V', W'; ma per questo non occorreranno in molti casi nuove integrazioni.

Riassumendo il sin qui detto, ecco dunque la via che si può tenere nell'integrazione delle equazioni (1), quando sono date le forze agenti sulla superficie s. Prima si cerchi la condensazione cubica ϑ' quando le forze agenti in superficie sono le L', M', N' (v. eq. 8): indi la funzione e' per questo caso, analoga alla E, e poi gli spostamenti ξ', η', ζ': dopo ciò si potrà calcolare la condensazione cubica Θ. In seguito, trovata in un modo qualunque la E, si procederà al calcolo degli spostamenti u, v, w. Dunque *prescindendo sempre da certe operazioni, che ho supposto sapersi eseguire, il numero delle funzioni ausiliarie da cercarsi con particolari artifizî è ridotto a tre al massimo, cioè* ϑ', e', E.

Quando su una porzione della superficie fossero dati gli spostamenti e sopra un'altra porzione le forze, le riduzioni, che si possono ottenere, sono quelle stesse che ho esposto pel caso in cui fossero date le forze, salvo le maggiori difficoltà che presenta la soluzione del problema di determinare una funzione, la quale entro uno spazio S sia finita, continua e monodroma, vi soddisfi alla $\Delta^2 =$ una funzione data di x, y, z e su una porzione della superficie prenda essa valori assegnati, mentre nella restante parte sieno prescritti i valori della derivata secondo la normale.

2. *Proprietà notevole di certe funzioni ausiliarie considerate nel paragrafo precedente.* — Sieno $\alpha\,(x_\alpha, y_\alpha, z_\alpha)$ e $\beta\,(x_\beta, y_\beta, z_\beta)$ due punti del corpo e si designino con R_α, R_β le rispettive loro distanze da un altro qualunque. Indi si consideri la deformazione del corpo stesso dovuta agli spostamenti

$$u_\alpha = \frac{\partial \frac{1}{R_\alpha}}{\partial x_\alpha}, \quad v_\alpha = \frac{\partial \frac{1}{R_\alpha}}{\partial y_\alpha}, \quad w_\alpha = \frac{\partial \frac{1}{R_\alpha}}{\partial z_\alpha}$$

de' punti della superficie e dicasi $\vartheta_{\alpha\beta}$ la corrispondente condensazione cubica nel punto β: similmente sia $\vartheta_{\beta\alpha}$ la condensazione cubica nel punto α corrispondente alla deformazione del corpo dovuta invece agli spostamenti

$$u_\beta = \frac{\partial \frac{1}{R_\beta}}{\partial x_\beta}, \quad v_\beta = \frac{\partial \frac{1}{R_\beta}}{\partial y_\beta}, \quad w_\beta = \frac{\partial \frac{1}{R_\beta}}{\partial z_\beta}$$

de' punti della stessa superficie: io dico che sarà $\vartheta_{\alpha\beta} = \vartheta_{\beta\alpha}$. Difatti sieno L_α, M_α, N_α le forze provocate in superficie dal primo gruppo di spostamenti ed L_β, M_β, N_β quelle provocatevi dal secondo gruppo: dalla prima delle (4), supposte uguali a zero le forze X, Y, Z, si ricaverà

$$\begin{aligned} 4\pi\,\Omega^2\,\vartheta_{\alpha\beta} &= \frac{\partial A_\alpha}{\partial x_\beta} + \frac{\partial B_\alpha}{\partial y_\beta} + \frac{\partial C_\alpha}{\partial z_\beta}, \\ 4\pi\,\Omega^2\,\vartheta_{\beta\alpha} &= \frac{\partial A_\beta}{\partial x_\alpha} + \frac{\partial B_\beta}{\partial y_\alpha} + \frac{\partial C_\beta}{\partial z_\alpha}, \end{aligned} \tag{23}$$

indicando con A_α, B_α, C_α; A_β, B_β, C_β ciò che diventano A, B, C quando per L, M, N si sostituiscono rispettivamente L_α, M_α, N_α; L_β, M_β, N_β. Or bene, sottraendo l'una dall'altra queste due equazioni e tenendo presente che, in virtù del teorema del prof. Betti, si ha

$$\int_s \left(L_\alpha \frac{\partial \frac{1}{R_\beta}}{\partial x_\beta} + M_\alpha \frac{\partial \frac{1}{R_\beta}}{\partial y_\beta} + N_\alpha \frac{\partial \frac{1}{R_\beta}}{\partial z_\beta} \right) ds = \int_s \left(L_\beta \frac{\partial \frac{1}{R_\alpha}}{\partial x_\alpha} + M_\beta \frac{\partial \frac{1}{R_\alpha}}{\partial y_\alpha} + N_\beta \frac{\partial \frac{1}{R_\alpha}}{\partial z_\alpha} \right) ds,$$

dopo facili riduzioni si trova

$$4\pi\, \Omega^2 (\vartheta_{\alpha\beta} - \vartheta_{\beta\alpha}) = 2\omega^2 \left(\frac{\partial^2 \Pi}{\partial x_\alpha \partial x_\beta} + \frac{\partial^2 \Pi}{\partial y_\alpha \partial y_\beta} + \frac{\partial^2 \Pi}{\partial z_\alpha \partial z_\beta} \right), \tag{24}$$

ove per compendio si è posto

$$\Pi = \int_s \left(\frac{1}{R_\beta} \frac{d\frac{1}{R_\alpha}}{dn} - \frac{1}{R_\alpha} \frac{d\frac{1}{R_\beta}}{dn} \right) ds.$$

Se immaginiamo intorno ad α e β descritte due sfere σ_α, σ_β di raggio arbitrariamente piccolo, si avrà

$$\Pi = -\int_S \left\{ \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{1}{R_\beta} \frac{\partial \frac{1}{R_\alpha}}{\partial x} - \frac{1}{R_\alpha} \frac{\partial \frac{1}{R_\beta}}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{1}{R_\beta} \frac{\partial \frac{1}{R_\alpha}}{\partial y} - \frac{1}{R_\alpha} \frac{\partial \frac{1}{R_\beta}}{dy} \right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{1}{R_\beta} \frac{\partial \frac{1}{R_\alpha}}{\partial z} - \frac{1}{R_\alpha} \frac{\partial \frac{1}{R_\beta}}{\partial z} \right) \right\} dS$$

$$- \int_{\sigma_\alpha} \left(\frac{1}{R_\beta} \frac{d\frac{1}{R_\alpha}}{dR_\alpha} - \frac{1}{R_\alpha} \frac{d\frac{1}{R_\beta}}{dR_\alpha} \right) d\sigma_\alpha - \int_{\sigma_\beta} \left(\frac{1}{R_\beta} \frac{d\frac{1}{R_\alpha}}{dR_\beta} - \frac{1}{R_\alpha} \frac{d\frac{1}{R_\beta}}{dR_\beta} \right) d\sigma_\beta :$$

il primo integrale, che vuol essere esteso a tutto lo spazio occupato dal corpo, escluse le due sfere, è identicamente nullo: quanto agli altri due, se con $R_{\alpha\beta}$ si denota la distanza de' due punti α, β, si vede subito che

$$\int_{\sigma_\alpha} \left(\frac{1}{R_\beta} \frac{d\frac{1}{R_\alpha}}{dR_\alpha} - \frac{1}{R_\alpha} \frac{d\frac{1}{R_\beta}}{dR_\alpha} \right) d\sigma_\alpha = -\frac{4\pi}{R_{\alpha\beta}},$$

$$\int_{\sigma_\beta} \left(\frac{1}{R_\beta} \frac{d\frac{1}{R_\alpha}}{dR_\beta} - \frac{1}{R_\alpha} \frac{d\frac{1}{R_\beta}}{dR_\beta} \right) d\sigma_\beta = \frac{4\pi}{R_{\alpha\beta}};$$

per conseguenza sarà $\Pi = 0$, ed in virtù della (24)

$$\vartheta_{\alpha\beta} = \vartheta_{\beta\alpha}.$$

Alla stessa conclusione si verrebbe considerando le condensazioni cubiche ne' punti β ed α prodottevi rispettivamente dalle forze agenti in superficie

$$L'_\alpha = -2\rho\omega^2 \frac{\partial \Phi_\alpha}{\partial x_\alpha}, \quad M'_\alpha = -2\rho\omega^2 \frac{\partial \Phi_\alpha}{\partial y_\alpha}, \quad N'_\alpha = -2\rho\omega^2 \frac{\partial \Phi_\alpha}{\partial z_\alpha},$$

$$L'_\beta = -2\rho\omega^2 \frac{\partial \Phi_\beta}{\partial x_\beta}, \quad M'_\beta = -2\rho\omega^2 \frac{\partial \Phi_\beta}{\partial y_\beta}, \quad N'_\beta = -2\rho\omega^2 \frac{\partial \Phi_\beta}{\partial z_\beta},$$

attesochè per la differenza $4\pi\,\Omega^2 (\vartheta_{\alpha\beta} - \vartheta_{\beta\alpha})$ si trova nuovamente la espressione (24), ove si tenga presente che, pel teorema del prof. Betti, dev' essere

$$\int_s \left(u_\beta \frac{\partial \Phi_\alpha}{\partial x_\alpha} + v_\beta \frac{\partial \Phi_\alpha}{\partial y_\alpha} + w_\beta \frac{\partial \Phi_\alpha}{\partial z_\alpha} \right) ds = \int_s \left(u_\alpha \frac{\partial \Phi_\beta}{\partial x_\beta} + v_\alpha \frac{\partial \Phi_\beta}{\partial y_\beta} + w_\alpha \frac{\partial \Phi_\beta}{\partial z_\beta} \right) ds.$$

Una proprietà consimile sussiste anche per le rotazioni. Infatti, dicasi $\frac{1}{2}\,\tau_{1\beta\alpha}$ la componente della rotazione secondo una parallela all'asse delle x nel punto β, quando in superficie gli spostamenti sono

$$u_\alpha = 0, \quad v_\alpha = -\frac{\partial \frac{1}{R_\alpha}}{\partial z_\alpha}, \quad w_\alpha = \frac{\partial \frac{1}{R_\alpha}}{\partial y_\alpha},$$

ed $\frac{1}{2}\,\tau_{1\beta\alpha}$ la componente stessa nel punto α, quando in superficie gli spostamenti sono

$$u_\beta = 0, \quad v_\beta = -\frac{\partial \frac{1}{R_\beta}}{\partial z_\beta}, \quad w_\beta = \frac{\partial \frac{1}{R_\beta}}{\partial y_\beta};$$

si avrà

$$4\pi\omega^2\, \tau_{1\alpha\beta} = \frac{\partial C_\alpha}{\partial y_\beta} - \frac{\partial B_\alpha}{\partial z_\beta},$$

$$4\pi\omega^2\, \tau_{1\beta\alpha} = \frac{\partial C_\beta}{\partial y_\alpha} - \frac{\partial B_\beta}{\partial z_\alpha}.$$

Se ora si ricorda che

$$\int_s \left(N_\beta \frac{\partial \frac{1}{R_\alpha}}{\partial y_\alpha} - M_\beta \frac{\partial \frac{1}{R_\alpha}}{\partial z_\alpha} \right) ds = \int_s \left(N_\alpha \frac{\partial \frac{1}{R_\beta}}{\partial y_\beta} - M_\alpha \frac{\partial \frac{1}{R_\beta}}{\partial z_\beta} \right) ds,$$

ne verrà

$$4\pi\omega^2 (\tau_{1\alpha\beta} - \tau_{1\beta\alpha}) = \omega^2 \left(\frac{\partial^2 \Pi_1}{\partial y_\beta \partial z_\alpha} - \frac{\partial^2 \Pi_1}{\partial y_\alpha \partial z_\beta} \right),$$

in cui per brevità si è posto

$$\Pi_1 = \int_s \left(\frac{dy}{dn} \frac{\partial}{\partial z} \frac{1}{R_\alpha R_\beta} - \frac{dz}{dn} \frac{\partial}{\partial y} \frac{1}{R_\alpha R_\beta} \right) ds.$$

Ora, descritte attorno ai due punti α, β le solite due sfere σ_α, σ_β, si trova

$$\Pi_1 = -\int_{\sigma_\alpha} \left(\frac{dy}{dR_\alpha} \frac{\partial}{\partial z} \frac{1}{R_\alpha R_\beta} - \frac{dz}{dR_\alpha} \frac{\partial}{\partial y} \frac{1}{R_\alpha R_\beta} \right) d\sigma_\alpha - \int_{\sigma_\beta} \left(\frac{dy}{dR_\beta} \frac{\partial}{\partial z} \frac{1}{R_\alpha R_\beta} - \frac{dz}{dR_\beta} \frac{\partial}{\partial y} \frac{1}{R_\alpha R_\beta} \right) d\sigma_\beta$$

ed ognuno de' due integrali del secondo membro è identicamente nullo. Pertanto possiamo concludere che si ha

$$\tau_{1\alpha\beta} = \tau_{1\beta\alpha}.$$

Collo stesso discorso si dimostrerebbe che la medesima proprietà ha ancora luogo quando sulla superficie agiscono rispettivamente le forze

$$\rho\omega^2 \frac{\partial \Phi_{1\alpha}}{\partial x_\alpha}, \quad \rho\omega^2 \left(\frac{\partial \Phi_{1\alpha}}{\partial y_\alpha} - \frac{\partial \Phi_\alpha}{\partial z_\alpha} \right), \quad \rho\omega^2 \left(\frac{\partial \Phi_{1\alpha}}{\partial z_\alpha} + \frac{\partial \Phi_\alpha}{\partial y_\alpha} \right),$$

$$\rho\omega^2 \frac{\partial \Phi_{1\beta}}{\partial x_\beta}, \quad \rho\omega^2 \left(\frac{\partial \Phi_{1\beta}}{\partial y_\beta} - \frac{\partial \Phi_\beta}{\partial z_\beta} \right), \quad \rho\omega^2 \left(\frac{\partial \Phi_{1\beta}}{\partial z_\beta} + \frac{\partial \Phi_\beta}{\partial y_\beta} \right).$$

È inutile dire che proprietà analoghe sussistono per le rotazioni τ_2, τ_3 quando gli spostamenti in superficie sieno rispettivamente ξ'_2, η'_2, ζ'_2; ξ'_3, η'_3, ζ'_3 (v. eq. 7) o le forze sieno L'_2, M'_2, N'_2; L'_3, M'_3, N'_3 (v. eq. 8).

Finalmente il teorema contenuto nell'equazione $\vartheta_{\alpha\beta} = \vartheta_{\beta\alpha}$ ha luogo ancora quando su una porzione della superficie si suppongono provocati i due gruppi di spostamenti u_α, v_α, w_α; u_β, v_β, w_β definiti in principio di questo paragrafo, e sulla restante parte applicati i due gruppi di forze L'_α, M'_α, N'_α; L'_β, M'_β, N'_β. Una generalizzazione della stessa natura si può stabilire per le rotazioni.

3. *Equazioni per l'equilibrio di un corpo elastico isotropo simmetrico attorno ad un asse e simmetricamente deformato rispetto al medesimo asse.* — Sia un corpo elastico isotropo simmetrico rispetto ad un asse, il quale sia pure asse di simmetria per la deformazione: assunto un sistema di coordinate cilindriche coll'asse di simmetria per asse delle z, è chiaro che dette U, V, W le proiezioni dello spostamento di un punto qualunque sopra il raggio vettore, sulla perpendicolare al raggio vettore e sull'asse delle z, e indicati con $\mathfrak{T}_r$, $\mathfrak{T}_\varepsilon$, $\mathfrak{T}_z$ i doppî delle componenti della rotazione di una particella secondo le tre rette ora mentovate, si avrà

$$\begin{gathered} u = \mathrm{U}\cos\varepsilon - \mathrm{V}\,\mathrm{sen}\,\varepsilon, \quad v = \mathrm{U}\,\mathrm{sen}\,\varepsilon + \mathrm{V}\cos\varepsilon, \quad w = \mathrm{W}, \\ \mathfrak{T}_1 = \mathfrak{T}_r \cos\varepsilon - \mathfrak{T}_\varepsilon\,\mathrm{sen}\,\varepsilon, \quad \mathfrak{T}_2 = \mathfrak{T}_r\,\mathrm{sen}\,\varepsilon + \mathfrak{T}_\varepsilon \cos\varepsilon, \quad \mathfrak{T}_3 = \mathfrak{T}_z, \end{gathered} \tag{25}$$

e di seguito

$$\Theta = \frac{1}{r} \frac{\partial . r\mathrm{U}}{\partial r} + \frac{\partial \mathrm{W}}{\partial z}, \quad \mathfrak{T}_r = -\frac{\partial \mathrm{V}}{\partial z}, \quad \mathfrak{T}_\varepsilon = \frac{\partial \mathrm{U}}{\partial z} - \frac{\partial \mathrm{W}}{\partial r}, \quad \mathfrak{T}_z = \frac{1}{r} \frac{\partial . r\mathrm{V}}{\partial r}.$$

Con ciò le equazioni (1), ove nell'interno del corpo non agiscano forze, diventano

$$
\begin{aligned}
&\Omega^2 \frac{\partial \Theta}{\partial z} - \frac{\omega^2}{r} \frac{\partial . r\varpi_z}{\partial r} = 0 , \\
&\Omega^2 \frac{\partial \Theta}{\partial r} + \frac{\omega^2}{r} \frac{\partial . r\varpi_z}{\partial z} = 0 , \\
&\frac{\partial \varpi_r}{\partial z} - \frac{\partial \varpi_z}{\partial r} = 0 .
\end{aligned}
\tag{26}
$$

Le prime due di queste equazioni si possono anche scrivere

$$
\begin{aligned}
&\frac{\partial . r\Omega^2\Theta}{\partial z} - \frac{\partial . r\omega^2\varpi_z}{\partial r} = 0 , \\
&r \frac{\partial . \Omega^2\Theta}{\partial r} + \frac{\partial . r\omega^2\varpi_z}{\partial z} = 0 ,
\end{aligned}
\tag{27}
$$

e così scritte ci dicono che le due funzioni $\Omega^2\Theta$, $\omega^2 r\varpi_z$ costituiscono una coppia di funzioni *associate*, nel senso indicato dal prof. Beltrami nella sua Nota *Sulle funzioni potenziali di sistemi simmetrici attorno ad un asse* (Atti del r. Istituto Lombardo, 1878). Pertanto, conosciuta una delle due funzioni, potremo formare la seconda mediante una semplice quadratura.

La terza delle equazioni (26), quando per ϖ_z, ϖ_r si mettano le loro espressioni in funzione di V, diventa

$$
\frac{\partial}{\partial r}\left(\frac{1}{r}\frac{\partial . rV}{\partial r}\right) + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = 0, \text{ ossia } \frac{\partial}{\partial r}\left(\frac{1}{r}\frac{\partial . rV}{\partial r}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{1}{r}\frac{\partial . rV}{\partial z}\right) = 0 , \tag{28}
$$

epperò la funzione rV è una funzione *associata* ad una funzione potenziale che nello spazio S occupato dal corpo soddisfa alla $\Delta^2 = 0$.

CAPITOLO SECONDO

Deformazione di un corpo solido indefinito limitato da un piano per dati spostamenti de' punti della superficie.

4. *Calcolo della condensazione cubica.* — Assunto il piano limite come piano delle xy ed una perpendicolare ad esso come asse delle z, dicasi R' la distanza di un punto qualunque del corpo dal simmetrico rispetto al piano xy di quello (x_1, y_1, z_1) in cui si vuol conoscere il valore della condensazione cubica. Indichisi inoltre con ξ'', η'', ζ'' un sistema di spostamenti ausiliarî legati agli spostamenti ausiliarî ξ', η', ζ', de' quali devesi fare ricerca, mediante le relazioni

$$
\xi' = \xi'' - \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial x} , \quad \eta' = \eta'' - \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial y} , \quad \zeta' = \zeta'' - \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial z} ; \tag{29}
$$

si riconosce subito che le derivate prime di $\frac{1}{R'}$ somministrano un sistema di spostamenti finiti e continui in tutto lo spazio occupato dal corpo, che soddisfano identicamente le (1) per $X = Y = Z = 0$, e che di più alla superficie (cioè per $z = 0$) dànno luogo alle eguaglianze

$$\frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial x} = \frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial x}, \quad \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial y} = \frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial y}, \quad \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial z} = - \frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial z}.$$

Se dunque si tien conto delle condizioni (6) imposte per $z = 0$ agli spostamenti ξ', η', ζ', le corrispondenti condizioni per gli spostamenti ξ'', η'', ζ'' saranno

$$\xi'' = 0, \quad \eta'' = 0, \quad \zeta'' = 2 \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial z}, \tag{30}$$

Le condensazioni cubiche ϑ', ϑ'' pei due gruppi di spostamenti sono fra loro uguali, e per $z = 0$ si ha $\vartheta'' = \frac{\partial \zeta''}{\partial z}$. Se si pone

$$\zeta'' = \zeta''' + 2 \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial z}, \tag{31}$$

per $z = 0$ la ζ''' deve annullarsi e ϑ'' sarà espressa per $\frac{\partial \zeta'''}{\partial z} + 2 \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial z^2}$. Cerchiamo se sopra $z = 0$ si può supporre $\frac{\partial \zeta'''}{\partial z}$ proporzionale a $\frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial z^2}$: ossia per $z = 0$ pòniamo ipoteticamente $\vartheta'' = \omega^2 K \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial z^2}$, essendo K una costante a determinarsi. Siccome ϑ'' deve soddisfare in tutto il corpo alla $\Delta^2 = 0$, così sarà in tutto il corpo

$$\vartheta'' = \omega^2 K \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial z^2}. \tag{32}$$

La deformazione ξ'', η'', ζ'' è simmetrica rispetto alla perpendicolare calata dal punto (x_1, y_1, z_1) sul piano xy e di più avviene in piani passanti per questa retta: in conseguenza si annulleranno le rotazioni τ''_r, τ''_z (v. § 3), mentre la rotazione τ''_ε sarà espressa per $- \Omega^2 K \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial r \partial z}$, e con ciò

$$\tau''_1 = \Omega^2 K \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial y \partial z}, \quad \tau''_2 = - \Omega^2 K \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial x \partial z}, \quad \tau''_3 = 0. \tag{33}$$

Quanto alle ξ'', η'', ζ'' in tutto il corpo dovranno soddisfare alle equazioni

$$(\Omega^2-\omega^2)\,K\,\frac{\partial^3 \frac{1}{R'}}{\partial x \partial z^2}+\Delta^2\xi''=0\,,$$

$$(\Omega^2-\omega^2)\,K\,\frac{\partial^3 \frac{1}{R'}}{\partial y \partial z^2}+\Delta^2\eta''=0\,,$$

$$(\Omega^2-\omega^2)\,K\,\frac{\partial^3 \frac{1}{R'}}{\partial z^3}+\Delta^2\zeta''=0\,,$$

le quali, insieme colle condizioni (30) per $z=0$, ci dànno

$$\xi''=-\frac{\Omega^2-\omega^2}{2}Kz\frac{\partial^2\frac{1}{R'}}{\partial x\partial z},\quad \eta''=-\frac{\Omega^2-\omega^2}{2}Kz\frac{\partial^2\frac{1}{R'}}{\partial y\partial z},\quad \zeta''=-\frac{\Omega^2-\omega^2}{2}Kz\frac{\partial^2\frac{1}{R'}}{\partial z^2}+2\frac{\partial\frac{1}{R'}}{\partial z}, \tag{34}$$

ed in conseguenza

$$\xi'=-\frac{\partial\frac{1}{R'}}{\partial x}-\frac{\Omega^2-\omega^2}{2}Kz\frac{\partial^2\frac{1}{R'}}{\partial x\partial z}\,,$$

$$\eta'=-\frac{\partial\frac{1}{R'}}{\partial y}-\frac{\Omega^2-\omega^2}{2}Kz\frac{\partial^2\frac{1}{R'}}{\partial y\partial z}\,,$$

$$\zeta'=\frac{\partial\frac{1}{R'}}{\partial z}-\frac{\Omega^2-\omega^2}{2}Kz\frac{\partial^2\frac{1}{R'}}{\partial z^2}\,.$$

Paragonando l'espressione (32) di ϑ'' con quella che si cava dalle (34), si ha, per determinare K, l'equazione

$$\omega^2 K=2-\frac{\Omega^2-\omega^2}{2}K,\quad \text{da cui}\quad K=\frac{4}{\Omega^2+\omega^2}\,.$$

Perciò

$$\vartheta'=\frac{4\omega^2}{\Omega^2+\omega^2}\frac{\partial^2\frac{1}{R'}}{\partial z^2},\quad \tau'_1=\frac{4\Omega^2}{\Omega^2+\omega^2}\frac{\partial^2\frac{1}{R'}}{\partial y\partial z},\quad \tau'_2=-\frac{4\Omega^2}{\Omega^2+\omega^2}\frac{\partial^2\frac{1}{R'}}{\partial x\partial z},\quad \tau'_3=0\,, \tag{35}$$

e di seguito

$$\begin{aligned}
\xi'&=-\frac{\partial\frac{1}{R'}}{\partial x}-2\frac{\Omega^2-\omega^2}{\Omega^2+\omega^2}z\frac{\partial^2\frac{1}{R'}}{\partial x\partial z}\,,\\
\eta'&=-\frac{\partial\frac{1}{R'}}{\partial y}-2\frac{\Omega^2-\omega^2}{\Omega^2+\omega^2}z\frac{\partial^2\frac{1}{R'}}{\partial y\partial z}\,,\\
\zeta'&=\frac{\partial\frac{1}{R'}}{\partial z}-2\frac{\Omega^2-\omega^2}{\Omega^2+\omega^2}z\frac{\partial^2\frac{1}{R'}}{\partial z^2}\,.
\end{aligned} \tag{36}$$

A questa deformazione (ξ', η', ζ') corrispondono forze applicate in superficie capaci di produrla

$$L' = 2\rho\omega^2 \frac{\Omega^2-\omega^2}{\Omega^2+\omega^2} \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial x \partial z}, \quad M' = 2\rho\omega^2 \frac{\Omega^2-\omega^2}{\Omega^2+\omega^2} \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial y \partial z}, \quad N' = -2\rho\omega^2 \frac{\Omega^2-\omega^2}{\Omega^2+\omega^2} \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial z^2}. \tag{37}$$

Applicando ora il teorema del prof. Betti ai due gruppi di spostamenti u, v, w; ξ', η', ζ', si avrà

$$\int_S (X\xi' + Y\eta' + Z\zeta')dS - \frac{1}{\rho}\int_s \left(L \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial x} + M \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial y} - N \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial z} \right) ds$$

$$-2\omega^2 \frac{\Omega^2-\omega^2}{\Omega^2+\omega^2} \int_s \left(u \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial x \partial z} + v \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial y \partial z} - w \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial z^2} \right) ds = 0,$$

e, combinando quest' equazione colla prima delle (4), se ne possono eliminare le forze L, M, N incognite: ne risulta facilmente

$$-4\pi\Omega^2\Theta = \int_S \left\{ X\left(\xi' + \frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial x}\right) + Y\left(\eta' + \frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial y}\right) + Z\left(\zeta' + \frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial z}\right) \right\} dS$$

$$+ \frac{4\omega^2\Omega^2}{\Omega^2+\omega^2} \int_s \left(u \frac{\partial^2 \frac{1}{R}}{\partial x \partial z} + v \frac{\partial^2 \frac{1}{R}}{\partial y \partial z} + w \frac{\partial^2 \frac{1}{R}}{\partial z^2} \right) ds, \tag{38}$$

ove si tenga presente che per $z = 0$ si ha

$$\frac{\partial^2 \frac{1}{R}}{\partial x \partial z} = -\frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial x \partial z}, \quad \frac{\partial^2 \frac{1}{R}}{\partial y \partial z} = -\frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial y \partial z}, \quad \frac{\partial^2 \frac{1}{R}}{\partial z^2} = \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial z^2}.$$

5. *Determinazione degli spostamenti.* — Facciamo astrazione per ora dalle forze X, Y, Z, e poniamo per compendio

$$\int_s u \frac{\partial^2 \frac{1}{R}}{\partial x \partial z} ds = \frac{\partial^2}{\partial x_1 \partial z_1} \int_s \frac{u ds}{R} = \frac{\partial^2 \mathfrak{O}}{\partial x_1 \partial z_1}.$$

$$\int_s v \frac{\partial^2 \frac{1}{R}}{\partial y \partial z} ds = \frac{\partial^2}{\partial y_1 \partial z_1} \int_s \frac{v ds}{R} = \frac{\partial^2 \mathfrak{P}}{\partial y_1 \partial z_1},$$

$$\int_s w \frac{\partial^2 \frac{1}{R}}{\partial z^2} ds = \frac{\partial^2}{\partial z_1^2} \int_s \frac{w ds}{R} = \frac{\partial^2 \mathfrak{Q}}{\partial z_1^2},$$

$$\frac{\partial \mathfrak{O}}{\partial x_1} + \frac{\partial \mathfrak{P}}{\partial y_1} + \frac{\partial \mathfrak{Q}}{\partial z_1} = \Sigma;$$

la (38) ci dà per la dilatazione cubica il valore

$$\Theta = -\frac{1}{\pi}\frac{\omega^2}{\Omega^2+\omega^2}\frac{\partial \Sigma}{\partial z_1} \tag{39}$$

mentre le equazioni indefinite (1) diventano

$$\Delta^2 u = \frac{1}{\pi}\frac{\Omega^2-\omega^2}{\Omega^2+\omega^2}\frac{\partial^2 \Sigma}{\partial x_1 \partial z_1},\quad \Delta^2 v = \frac{1}{\pi}\frac{\Omega^2-\omega^2}{\Omega^2+\omega^2}\frac{\partial^2 \Sigma}{\partial y_1 \partial z_1},\quad \Delta^2 w = \frac{1}{\pi}\frac{\Omega^2-\omega^2}{\Omega^2+\omega^2}\frac{\partial^2 \Sigma}{\partial z_1^2}; \tag{40}$$

quindi

$$\begin{aligned} u &= -\frac{1}{2\pi}\frac{\partial \mathfrak{O}}{\partial z_1} + \frac{1}{2\pi}\frac{\Omega^2-\omega^2}{\Omega^2+\omega^2} z_1 \frac{\partial \Sigma}{\partial x_1}, \\ v &= -\frac{1}{2\pi}\frac{\partial \mathfrak{P}}{\partial z_1} + \frac{1}{2\pi}\frac{\Omega^2-\omega^2}{\Omega^2+\omega^2} z_1 \frac{\partial \Sigma}{\partial y_1}, \\ w &= -\frac{1}{2\pi}\frac{\partial \mathfrak{Q}}{\partial z_1} + \frac{1}{2\pi}\frac{\Omega^2-\omega^2}{\Omega^2+\omega^2} z_1 \frac{\partial \Sigma}{\partial z_1}. \end{aligned} \tag{41}$$

Da queste espressioni degli spostamenti si deduce

$$\begin{aligned} \mathfrak{E}_1 &= \frac{1}{2\pi}\frac{\partial}{\partial z_1}\left(\frac{\partial \mathfrak{P}}{\partial z_1} - \frac{\partial \mathfrak{Q}}{\partial y_1}\right) - \frac{1}{2\pi}\frac{\Omega^2-\omega^2}{\Omega^2+\omega^2}\frac{\partial \Sigma}{\partial y_1} = \frac{1}{2\pi}\frac{\partial}{\partial x_1}\left(\frac{\partial \mathfrak{O}}{\partial y_1} - \frac{\partial \mathfrak{P}}{\partial x_1}\right) - \frac{1}{\pi}\frac{\Omega^2}{\Omega^2+\omega^2}\frac{\partial \Sigma}{\partial y_1}, \\ \mathfrak{E}_2 &= \frac{1}{2\pi}\frac{\partial}{\partial z_1}\left(\frac{\partial \mathfrak{Q}}{\partial x_1} - \frac{\partial \mathfrak{O}}{\partial z_1}\right) + \frac{1}{2\pi}\frac{\Omega^2-\omega^2}{\Omega^2+\omega^2}\frac{\partial \Sigma}{\partial x_1} = \frac{1}{2\pi}\frac{\partial}{\partial y_1}\left(\frac{\partial \mathfrak{O}}{\partial y_1} - \frac{\partial \mathfrak{P}}{\partial x_1}\right) + \frac{1}{\pi}\frac{\Omega^2}{\Omega^2+\omega^2}\frac{\partial \Sigma}{\partial x_1}, \\ \mathfrak{E}_3 &= \frac{1}{2\pi}\frac{\partial}{\partial z_1}\left(\frac{\partial \mathfrak{O}}{\partial y_1} - \frac{\partial \mathfrak{P}}{\partial x_1}\right). \end{aligned} \tag{42}$$

Per avere gli spostamenti totali, quando le X, Y, Z non sono zero, bisogna ai valori di u, v, w, dati dalle (41), aggiungere gli spostamenti prodotti nel corpo dalle X, Y, Z, quando sono zero quelli dei punti situati sulla superficie. Sieno u_1, v_1, w_1 gli spostamenti provocati, quando il corpo si concepisce come illimitato per ogni verso e sollecitato dalle X, Y, Z soltanto entro lo spazio S; ed u_2, v_2, w_2 gli spostamenti per $X=Y=Z=0$, quando quelli dei punti in superficie fossero uguali e di opposto segno ai valori di u_1, v_1, w_1 per $z=0$; le espressioni complete degli spostamenti sarebbero date da [1]

$$u + u_1 + u_2, \quad v + v_1 + v_2, \quad w + w_1 + w_2.$$

6. *Deduzione diretta delle componenti della rotazione.* — Sebbene la deduzione diretta de' valori di $\mathfrak{E}_1$, $\mathfrak{E}_2$, $\mathfrak{E}_3$ pel calcolo degli spostamenti non sia necessaria, tuttavia credo bene di farla in questo caso, perchè si può compiere con molta speditezza. Per la determinazione di $\mathfrak{E}_1$ occorre la conoscenza degli spostamenti ausiliarî ξ'_1, η'_1, ζ'_1, pei quali in superficie si ha (v. § 1)

$$\xi'_1 = 0, \quad \eta'_1 = -\frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial z}, \quad \zeta'_1 = \frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial y}.$$

[1] Cerruti, l. c., § 7.

Or bene, poniamo

$$\xi'_1 = \xi''_1, \quad \eta'_1 = \eta''_1 + \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial z}, \quad \zeta'_1 = \zeta''_1 - \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial y};$$

poichè per $z = 0$ si ha $\frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial y} = \frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial y}$, $\frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial z} = -\frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial z}$, in superficie gli spostamenti ausiliarî ξ''_1, η''_1, ζ''_1 avranno i valori $\xi''_1 = 0$, $\eta''_1 = 0$, $\zeta''_1 = 2\frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial y}$. Quànto agli spostamenti 0, $\frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial z}$, $-\frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial y}$, è chiaro che soddisfano identicamente alle (1) per $X = Y = Z = 0$. Facciasi ancora

$$\xi''_1 = \frac{\partial \xi'''_1}{\partial y}, \quad \eta''_1 = \frac{\partial \eta'''_1}{\partial y}, \quad \zeta''_1 = \frac{\partial \zeta'''_1}{\partial y},$$

e si impongano alle tre funzioni ξ'''_1, η'''_1, ζ'''_1 le condizioni di soddisfare identicamente entro il corpo alle equazioni (1) per $X = Y = Z = 0$ e di prendere per $z = 0$ i valori

$$\xi'''_1 = 0, \quad \eta'''_1 = 0, \quad \zeta'''_1 = \frac{2}{R'}.$$

Le espressioni di queste funzioni saranno quelle stesse di ξ'', η'', ζ'' (v. § 4), salvo il cambiamento di $\frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial z}$ in $\frac{1}{R'}$. Quindi

$$\xi'''_1 = -2\frac{\Omega^2 - \omega^2}{\Omega^2 + \omega^2} z \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial x}, \quad \eta'''_1 = -2\frac{\Omega^2 - \omega^2}{\Omega^2 + \omega^2} z \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial y}, \quad \zeta'''_1 = -2\frac{\Omega^2 - \omega^2}{\Omega^2 + \omega^2} z \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial z} + \frac{2}{R'},$$

e di seguito

$$\xi''_1 = -2\frac{\Omega^2 - \omega^2}{\Omega^2 + \omega^2} z \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial x \partial y}, \quad \eta''_1 = -2\frac{\Omega^2 - \omega^2}{\Omega^2 + \omega^2} z \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial y^2}, \quad \zeta''_1 = -2\frac{\Omega^2 - \omega^2}{\Omega^2 + \omega^2} z \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial y \partial z} + 2\frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial y},$$

e finalmente

$$\xi'_1 = -2\frac{\Omega^2 - \omega^2}{\Omega^2 + \omega^2} z \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial x \partial y}, \quad \eta'_1 = -2\frac{\Omega^2 - \omega^2}{\Omega^2 + \omega^2} z \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial y^2} + \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial z}, \quad \zeta'_1 = -2\frac{\Omega^2 - \omega^2}{\Omega^2 + \omega^2} z \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial y \partial z} + \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial y},$$

d'onde è facile ricavare per le forze L'_1, M'_1, N'_1, che applicate in superficie sarebbero capaci di produrre gli spostamenti ξ'_1, η'_1, ζ'_1, le espressioni

$$L'_1 = \rho\omega^2 \frac{\Omega^2 - 3\omega^2}{\Omega^2 + \omega^2} \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial x \partial y},$$

$$M'_1 = \rho\omega^2 \frac{\Omega^2 - 3\omega^2}{\Omega^2 + \omega^2} \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial y^2} - \rho\omega^2 \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial z^2},$$

$$N'_1 = -2\rho\omega^2 \frac{\Omega^2 - \omega^2}{\Omega^2 + \omega^2} \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial y \partial z}.$$

Ora applicando il teorema del prof. Betti ai due gruppi di spostamenti u, v, w; ξ'_1, η'_1, ζ'_1 e combinando colla seconda delle (4) l'equazione che se ne ottiene, per eliminarne le forze incognite L, M, N, si trova

$$4\pi\omega^2 \mathfrak{S}_1 = \int_S \left\{ X\xi'_1 + Y\left(\eta'_1 + \frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial z}\right) + Z\left(\zeta'_1 - \frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial y}\right)\right\} dS + 2\omega^2 \int_s \left(v \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial z^2} + w \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial y \partial z}\right) ds$$
$$- 2\omega^2 \frac{\Omega^2 - \omega^2}{\Omega^2 + \omega^2} \int_s \left(u \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial x \partial y} + v \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial y^2} - w \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial y \partial z}\right) ds, \tag{43}$$

ossia

$$\mathfrak{S}_1 = \frac{1}{4\pi\omega^2} \int_S \left(Y \frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial z} - Z \frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial y}\right) dS + \frac{1}{4\pi\omega^2} \int_S \left(X\xi'_1 + Y\eta'_1 + Z\zeta'_1 \right) dS$$
$$+ \frac{1}{2\pi} \frac{\partial}{\partial x_1} \left(\frac{\partial \Theta}{\partial y_1} - \frac{\partial \Phi}{\partial x_1} \right) - \frac{1}{\pi} \frac{\Omega^2}{\Omega^2 + \omega^2} \frac{\partial \Sigma}{\partial y_1}, \tag{44}$$

ove si abbiano presenti le relazioni per $z = 0$ tra le derivate di $\frac{1}{R}$ e quelle di $\frac{1}{R'}$ e si utilizzino alcune abbreviazioni accennate nel § 5.

In modo analogo, per gli spostamenti ausiliarî ξ'_2, η'_2, ζ'_2 da impiegarsi pel calcolo di $\mathfrak{S}_2$ si hanno le espressioni

$$\xi'_2 = 2\frac{\Omega^2 - \omega^2}{\Omega^2 + \omega^2} z \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial x^2} - \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial z}, \quad \eta'_2 = 2\frac{\Omega^2 - \omega^2}{\Omega^2 + \omega^2} z \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial x \partial y}, \quad \zeta'_2 = 2\frac{\Omega^2 - \omega^2}{\Omega^2 + \omega^2} z \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial x \partial z} - \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial x},$$

e per le forze corrispondenti in superficie

$$L'_2 = -\rho\omega^2 \frac{\Omega^2 - 3\omega^2}{\Omega^2 + \omega^2} \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial x^2} + \omega^2 \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial z^2},$$

$$M'_2 = -\rho\omega^2 \frac{\Omega^2 - 3\omega^2}{\Omega^2 + \omega^2} \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial x \partial y},$$

$$N'_2 = 2\rho\omega^2 \frac{\Omega^2 - \omega^2}{\Omega^2 + \omega^2} \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial x \partial z},$$

e finalmente per $\mathfrak{S}_2$

$$\mathfrak{S}_2 = \frac{1}{4\pi\omega^2} \int_S \left(Z \frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial x} - X \frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial z} \right) dS + \frac{1}{4\pi\omega^2} \int_S \left(X\xi'_2 + Y\eta'_2 + Z\zeta'_2 \right) dS$$
$$+ \frac{1}{2\pi} \frac{\partial}{\partial y_1} \left(\frac{\partial \Theta}{\partial y_1} - \frac{\partial \Phi}{\partial x_1} \right) + \frac{1}{\pi} \frac{\Omega^2}{\Omega^2 + \omega^2} \frac{\partial \Sigma}{\partial x_1}. \tag{45}$$

La determinazione di $\mathfrak{S}_3$ è anche più facile che non quella di $\mathfrak{S}_1$ e di $\mathfrak{S}_2$: imperocchè, poste per gli spostamenti ausiliarî ξ'_3, η'_3, ζ'_3, le relazioni,

$$\xi'_3 = \xi''_3 - \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial y}, \quad \eta'_3 = \eta''_3 + \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial x}, \quad \zeta'_3 = \zeta''_3,$$

siccome per $z = 0$ si ha $\frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial x} = \frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial x}$, $\frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial y} = \frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial y}$, per lo stesso valore di z saranno ξ''_3, η''_3, ζ''_3 uguali a zero, e quindi tali anche in tutto il corpo. Laonde le forze in superficie pel sistema di spostamenti ξ'_3, η'_3, ζ'_3 avranno i valori

$$L'_3 = \rho\omega^2 \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial x \partial y}, \quad M'_3 = -\rho\omega^2 \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial x \partial z}, \quad N'_3 = 0,$$

e in conseguenza

$$\mathfrak{S}_3 = \frac{1}{4\pi\omega^2} \int_S \left(X \frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial y} - Y \frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial x} \right) dS + \frac{1}{4\pi\omega^2} \int_S (X\xi'_3 + Y\eta'_3) dS + \frac{1}{2\pi} \frac{\partial}{\partial z_1} \left(\frac{\partial \Theta}{\partial y_1} - \frac{\partial \Phi}{\partial x_1} \right). \tag{46}$$

I valori (38), (44), (45), (46) per Θ, $\mathfrak{S}_1$, $\mathfrak{S}_2$, $\mathfrak{S}_3$ si compongono di tre parti: la prima parte dà i valori di queste funzioni quando il corpo fosse illimitato in ogni senso ed entro lo spazio S sollecitato dalle forze X, Y, Z; la seconda parte dà i valori delle stesse funzioni, quando gli spostamenti de' punti della superficie fossero uguali ed opposti a quelli provocativi dalle forze X, Y, Z, essendo il corpo illimitato: la terza parte finalmente i loro valori per $X = Y = Z = 0$. Quanto a questi ultimi valori, si

trovano espressi dalle (39) e (42): le prime due parti invece, designandole con Θ_1, τ_{11}, τ_{21}, τ_{31}; Θ_2, τ_{12}, τ_{22}, τ_{32}, sono date da

$$\Theta_1 = -\frac{1}{4\pi\Omega^2}\int_S \left(X\frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial x} + Y\frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial y} + Z\frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial z} \right) dS, \quad \Theta_2 = -\frac{1}{4\pi\Omega^2}\int_S (X\xi' + Y\eta' + Z\zeta')\, dS,$$

$$\left.\begin{aligned}
\tau_{11} &= \frac{1}{4\pi\omega^2}\int_S \left(Y\frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial z} - Z\frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial y} \right) dS, \\
\tau_{21} &= \frac{1}{4\pi\omega^2}\int_S \left(Z\frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial x} - X\frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial z} \right) dS, \\
\tau_{31} &= \frac{1}{4\pi\omega^2}\int_S \left(X\frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial y} - Y\frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial x} \right) dS.
\end{aligned}\right\} \quad (47)
\qquad
\left.\begin{aligned}
\tau_{12} &= \frac{1}{4\pi\omega^2}\int_S (X\xi'_1 + Y\eta'_1 + Z\zeta'_1)\, dS, \\
\tau_{22} &= \frac{1}{4\pi\omega^2}\int_S (X\xi'_2 + Y\eta'_2 + Z\zeta'_2)\, dS, \\
\tau_{32} &= \frac{1}{4\pi\omega^2}\int_S (X\xi'_3 + Y\eta'_3)\, dS.
\end{aligned}\right\} \quad (48)$$

CAPITOLO TERZO

Deformazione di un corpo solido indefinito limitato da un piano sotto l'azione di date forze agenti sopra la superficie.

7. *Calcolo delle condensazione cubica.* — Gli spostamenti ausiliarî ξ', η', ζ' de' quali dobbiamo cercare i valori (v. § 1 eq. 8), sono provocati dalle forze

$$L' = 2\rho\omega^2 \frac{\partial^2 \frac{1}{R}}{\partial x \partial z}, \quad M' = 2\rho\omega^2 \frac{\partial^2 \frac{1}{R}}{\partial y \partial z}, \quad N' = 2\rho\omega^2 \frac{\partial^2 \frac{1}{R}}{\partial z^2}, \qquad (49)$$

agenti sul piano $z = 0$, ond'è che per $z = 0$ dovranno verificare le equazioni

$$\left.\begin{aligned}
2\omega^2 \frac{\partial^2 \frac{1}{R}}{\partial x \partial z} + 2\omega^2 \frac{\partial \xi'}{\partial z} - \omega^2 \tau'_2 &= 0, \\
2\omega^2 \frac{\partial^2 \frac{1}{R}}{\partial y \partial z} + 2\omega^2 \frac{\partial \eta'}{\partial z} + \omega^2 \tau'_1 &= 0, \\
2\omega^2 \frac{\partial^2 \frac{1}{R}}{\partial z^2} + 2\omega^2 \frac{\partial \zeta'}{\partial z} + (\Omega^2 - 2\omega^2)\, \vartheta' &= 0.
\end{aligned}\right\} \quad (50)$$

Ora possiamo tenere due strade, delle quali ecco la prima. Attese le relazioni che intercedono per $z=0$ tra le derivate seconde di $\frac{1}{R}$ e di $\frac{1}{R'}$, le (49) si possono scrivere

$$L' = -2\rho\omega^2 \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial x \partial z}, \quad M' = -2\rho\omega^2 \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial y \partial z}, \quad N' = 2\rho\omega^2 \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial z^2}:$$

ma le forze L', M', N' non differiscono da quelle designate colle stesse lettere nelle (37) che pel fattore $-\frac{\Omega^2+\omega^2}{\Omega^2-\omega^2}$: dunque gli spostamenti, che ora stiamo cercando, si dedurranno degli spostamenti dati dalle (36) moltiplicandoli per questo stesso fattore, ossia si avrà

$$\begin{aligned} \xi' &= \frac{\Omega^2+\omega^2}{\Omega^2-\omega^2} \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial x} + 2z \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial x \partial z}, \\ \eta' &= \frac{\Omega^2+\omega^2}{\Omega^2-\omega^2} \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial y} + 2z \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial y \partial z}, \\ \zeta' &= -\frac{\Omega^2+\omega^2}{\Omega^2-\omega^2} \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial z} + 2z \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial z^2}. \end{aligned} \tag{51}$$

La seconda strada è quella generale descritta nel § 1: volendola seguire, si faccia

$$\xi' = \xi'' + \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial x}, \quad \eta' = \eta'' + \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial y}, \quad \zeta' = \zeta'' + \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial z},$$

allora le (50) diventano

$$\begin{gathered} 2\frac{\partial \xi''}{\partial z} - \tau'_2 = 0, \quad 2\frac{\partial \eta''}{\partial z} + \tau'_1 = 0, \\ 4\omega^2 \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial z^2} + 2\omega^2 \frac{\partial \zeta''}{\partial z} + (\Omega^2 - 2\omega^2)\vartheta' = 0. \end{gathered} \tag{52}$$

Cerchiamo, se è possibile di soddisfare a tutte le equazioni, da cui sono legate le ξ'', η'', ζ'' supponendo che per $z=0$ sia $\frac{\partial \zeta''}{\partial z} = \gamma\vartheta'$ con γ costante, e quindi

$$\vartheta' = -\frac{4\omega^2}{\Omega^2 - 2\omega^2(1-\gamma)} \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial z^2}, \tag{53}$$

non solo in superficie, ma in tutto il corpo. Poichè la deformazione è simmetrica intorno alla perpendicolare calata dal punto (x_1, y_1, z_1) sul piano $z=0$, ed avviene in piani passanti per questa perpendicolare, se ne deduce subito (v. § 3)

$$\tau'_1 = \frac{4\Omega^2}{\Omega^2 - 2\omega^2(1-\gamma)} \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial y \partial z}, \quad \tau'_2 = -\frac{4\Omega^2}{\Omega^2 - 2\omega^2(1-\gamma)} \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial x \partial z}, \quad \tau'_3 = 0.$$

Del resto in questo caso è facile vedere che si ha (v. § 1)

$$\psi = \frac{\Omega^2}{\omega^2}\vartheta', \quad \psi_1 = \frac{4\Omega^2}{\Omega^2 - 2\omega^2(1-\gamma)} \frac{\partial^2 \frac{1}{R}}{\partial z^2},$$

e, per $z = 0$, poi $\psi - \psi_1 = 2\frac{\Omega^2}{\omega^2}\vartheta'$. Laonde per le (19)

$$\tau'_1 = \frac{\partial e'}{\partial x} + \frac{\Omega^2}{2\pi\omega^2}\int_s \vartheta' \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial y'} ds = \frac{\partial e'}{\partial x} + \frac{1}{\pi}\frac{2\Omega^2}{\Omega^2 - 2\omega^2(1-\gamma)} \frac{\partial^2}{\partial z_1 \partial y}\int_s \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial z_1}\frac{ds}{r},$$

$$\tau'_2 = \frac{\partial e'}{\partial y} - \frac{\Omega^2}{2\pi\omega^2}\int_s \vartheta' \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial x'} ds = \frac{\partial e'}{\partial y} - \frac{1}{\pi}\frac{2\Omega^2}{\Omega^2 - 2\omega^2(1-\gamma)} \frac{\partial^2}{\partial z_1 \partial x}\int_s \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial z_1}\frac{ds}{r},$$

$$\tau'_3 = \frac{\partial e'}{\partial z}.$$

Ma $\int_s \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial z_1}\frac{ds}{r} = -\frac{2\pi}{R'}$; quindi

$$\tau'_1 = \frac{\partial e'}{\partial x} - \frac{4\Omega^2}{\Omega^2 - 2\omega^2(1-\gamma)} \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial y \partial z}, \quad \tau'_2 = \frac{\partial e'}{\partial y} + \frac{4\Omega^2}{\Omega^2 - 2\omega^2(1-\gamma)} \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial x \partial z}, \quad \tau'_3 = \frac{\partial e'}{\partial z},$$

e gli spostamenti designati con U, V, W nel § 1 dovranno nel caso attuale soddisfare alle equazioni

$$\Delta^2 U - \frac{4(\Omega^2 - \omega^2)}{\Omega^2 - 2\omega^2(1-\gamma)} \frac{\partial^3 \frac{1}{R'}}{\partial x \partial z^2} = 0, \quad \Delta^2 V - \frac{4(\Omega^2 - \omega^2)}{\Omega^2 - 2\omega^2(1-\gamma)} \frac{\partial^3 \frac{1}{R'}}{\partial y \partial z^2} = 0,$$

$$\Delta^2 W - \frac{4(\Omega^2 - \omega^2)}{\Omega^2 - 2\omega^2(1-\gamma)} \frac{\partial^3 \frac{1}{R'}}{\partial z^3} = 0$$

in tutto il corpo ed in superficie a queste altre

$$\frac{\partial U}{\partial z} - \frac{2\Omega^2}{\Omega^2 - 2\omega^2(1-\gamma)} \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial x \partial z} = 0, \quad \frac{\partial V}{\partial z} - \frac{2\Omega^2}{\Omega^2 - 2\omega^2(1-\gamma)} \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial y \partial z} = 0,$$

$$\frac{\partial W}{\partial z} + \frac{4\gamma\omega^2}{\Omega^2 - 2\omega^2(1-\gamma)} \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial z^2} = 0;$$

epperciò

$$U = \frac{2\omega^2}{\Omega^2 - 2\omega^2(1-\gamma)} \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial x} + \frac{2(\Omega^2 - \omega^2)}{\Omega^2 - 2\omega^2(1-\gamma)} \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial x \partial z}, \quad V = \frac{2\omega^2}{\Omega^2 - 2\omega^2(1-\gamma)} \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial y} + \frac{2(\Omega^2 - \omega^2)}{\Omega^2 - 2\omega^2(1-\gamma)} \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial y \partial z},$$

$$W = -\frac{2\omega^2}{\Omega^2 - 2\omega^2(1-\gamma)} \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial z} + \frac{2(\Omega^2 - \omega^2)}{\Omega^2 - 2\omega^2(1-\gamma)} \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial z^2}.$$

Formando in seguito le equazioni analoghe alle (22), i primi membri risultano uguali a zero: si può quindi prendere

$$e'=0, \quad U'=0, \quad V'=0, \quad W'=0,$$

ed in conseguenza $\xi''=U$, $\eta''=V$, $\zeta'=W$, e dalla relazione

$$\vartheta'=\frac{\partial U}{\partial x}+\frac{\partial V}{\partial y}+\frac{\partial W}{\partial z}$$

si trae per γ il valore $\frac{1}{2}$. Dunque

$$\vartheta'=-\frac{4\omega^2}{\Omega^2-\omega^2}\frac{\partial^2\frac{1}{R'}}{\partial z^2}, \quad \tau'_1=-\frac{4\Omega^2}{\Omega^2-\omega^2}\frac{\partial^2\frac{1}{R'}}{\partial y\partial z}, \quad \tau'_2=\frac{4\Omega^2}{\Omega^2-\omega^2}\frac{\partial^2\frac{1}{R'}}{\partial x\partial z}, \quad \tau'_3=0,$$

$$\xi'=\xi''+\frac{\partial\frac{1}{R'}}{\partial x}=\frac{\Omega^2+\omega^2}{\Omega^2-\omega^2}\frac{\partial\frac{1}{R'}}{\partial x}+2z\frac{\partial^2\frac{1}{R'}}{\partial x\partial z},$$

$$\eta'=\eta''+\frac{\partial\frac{1}{R'}}{\partial y}=\frac{\Omega^2+\omega^2}{\Omega^2-\omega^2}\frac{\partial\frac{1}{R'}}{\partial y}+2z\frac{\partial^2\frac{1}{R'}}{\partial y\partial z},$$

$$\zeta'=\zeta''+\frac{\partial\frac{1}{R'}}{\partial z}=-\frac{\Omega^2+\omega^2}{\Omega^2-\omega^2}\frac{\partial\frac{1}{R'}}{\partial z}+2z\frac{\partial^2\frac{1}{R'}}{\partial z^2}.$$

Applicando ora il teorema del prof. Betti ai due gruppi di spostamenti ξ', η', ζ'; u, v, w e combinando l'equazione che ne risulta colla prima delle (4) per eliminarne gli spostamenti incogniti de' punti della superficie, si trae

$$-4\pi\Omega^2\Theta=\int_S\left(X\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial x}+Y\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial y}+Z\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial z}\right)dS+\int_S\left(X\xi'+Y\eta'+Z\zeta'\right)dS$$
$$+\frac{2\Omega^2}{\rho(\Omega^2-\omega^2)}\int_s\left(L\frac{\partial\frac{1}{R'}}{\partial x}+M\frac{\partial\frac{1}{R'}}{\partial y}-N\frac{\partial\frac{1}{R'}}{\partial z}\right)ds;$$

ossia, posto per brevità

$$\chi=\log\left(z_1+\sqrt{(x-x_1)^2+(y-y_1)^2+z_1^2}\right),$$

$$\frac{1}{\rho}\int_s\chi L ds=\mathfrak{L}, \quad \frac{1}{\rho}\int_s\chi M ds=\mathfrak{M}, \quad \frac{1}{\rho}\int_s\chi N ds=\mathfrak{N},$$

$$\frac{\partial\mathfrak{L}}{\partial x_1}+\frac{\partial\mathfrak{M}}{\partial y_1}+\frac{\partial\mathfrak{N}}{\partial z_1}=\Xi,$$

si può mettere Θ sotto la forma

$$\Theta=-\frac{1}{4\pi\Omega^2}\int_S\left(X\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial x}+Y\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial y}+Z\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial z}\right)dS$$
$$-\frac{1}{4\pi\Omega^2}\int_S\left(X\xi'+Y\eta'+Z\zeta'\right)dS+\frac{1}{2\pi(\Omega^2-\omega^2)}\frac{\partial\Xi}{\partial z_1}. \tag{54}$$

8. *Determinazione degli spostamenti.*— Supponendo anzitutto $X = Y = Z = 0$, si ha

$$\psi = \frac{\Omega^2}{\omega^2}\Theta, \quad \psi_1 = -\frac{\Omega^2}{2\pi\omega^2(\Omega^2-\omega^2)}\frac{\partial}{\partial z_1}\left(\frac{\partial \mathfrak{L}}{\partial x_1} + \frac{\partial \mathfrak{M}}{\partial y_1} - \frac{\partial \mathfrak{N}}{\partial z_1}\right),$$

e per la differenza $\psi - \psi_1$ nei punti della superficie l'espressione

$$\frac{\Omega^2}{\pi\omega^2(\Omega^2-\omega^2)}\frac{\partial}{\partial z_1}\left(\frac{\partial \mathfrak{L}}{\partial x_1} + \frac{\partial \mathfrak{M}}{\partial y_1} + \frac{\partial \mathfrak{N}}{\partial z_1}\right)_{z_1=+0};$$

quindi, mutando x_1, y_1, z_1 in x', y', z' e detto Ξ' ciò che diventa Ξ dopo questo cambiamento (v. eq. 19),

$$\mathfrak{C}_1 = \frac{\partial E}{\partial x_1} + \frac{\Omega^2}{4\pi^2\omega^2(\Omega^2-\omega^2)}\int_s \left(\frac{\partial \Xi'}{\partial z'}\right)_{z'=+0}\frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial y'}\,ds,$$

$$\mathfrak{C}_2 = \frac{\partial E}{\partial y_1} - \frac{\Omega^2}{4\pi^2\omega^2(\Omega^2-\omega^2)}\int_s \left(\frac{\partial \Xi'}{\partial z'}\right)_{z'=+0}\frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial x'}\,ds,$$

$$\mathfrak{C}_3 = \frac{\partial E}{\partial z_1},$$

essendo $r = \sqrt{(x'-x_1)^2 + (y'-y_1)^2 + (z'-z_1)^2}$ e $ds = dx'dy'$.

Come è facile verificare, la funzione Ξ entro lo spazio S soddisfa alla $\Delta^2 = 0$; quindi

$$\int_s \left(\frac{\partial \Xi'}{\partial z'}\right)_{z'=+0}\frac{ds}{r} = -2\pi\Xi,$$

epperciò

$$\begin{aligned} \Theta = \frac{1}{2\pi(\Omega^2-\omega^2)}\frac{\partial \Xi}{\partial z_1}, \quad \mathfrak{C}_1 &= \frac{\partial E}{\partial x_1} + \frac{\Omega^2}{2\pi\omega^2(\Omega^2-\omega^2)}\frac{\partial \Xi}{\partial y_1}, \\ \mathfrak{C}_2 = \frac{\partial E}{\partial y_1} - \frac{\Omega^2}{2\pi\omega^2(\Omega^2-\omega^2)}\frac{\partial \Xi}{\partial x_1}, &\quad \mathfrak{C}_3 = \frac{\partial E}{\partial z_1}, \end{aligned} \tag{55}$$

e le equazioni indefinite, alle quali debbono soddisfare u, v, w, diventano

$$\Delta^2 u = -\frac{1}{2\pi\omega^2}\frac{\partial^2 \Xi}{\partial x_1 \partial z_1}, \quad \Delta^2 v = -\frac{1}{2\pi\omega^2}\frac{\partial^2 \Xi}{\partial y_1 \partial z_1}, \quad \Delta^2 w = -\frac{1}{2\pi\omega^2}\frac{\partial^2 \Xi}{\partial z_1^2}; \tag{56}$$

quelle ai limiti poi (per $z_1 = 0$)

$$\begin{aligned} \frac{L}{\rho} + 2\omega^2\frac{\partial u}{\partial z_1} + \frac{\Omega^2}{2\pi(\Omega^2-\omega^2)}\frac{\partial \Xi}{\partial x_1} - \omega^2\frac{\partial E}{\partial y_1} &= 0, \\ \frac{M}{\rho} + 2\omega^2\frac{\partial v}{\partial z_1} + \frac{\Omega^2}{2\pi(\Omega^2-\omega^2)}\frac{\partial \Xi}{\partial y_1} + \omega^2\frac{\partial E}{\partial x_1} &= 0, \\ \frac{N}{\rho} + 2\omega^2\frac{\partial w}{\partial z_1} + \frac{\Omega^2-2\omega^2}{2\pi(\Omega^2-\omega^2)}\frac{\partial \Xi}{\partial z_1} &= 0. \end{aligned} \tag{57}$$

Ora la funzione w, che non dipende da E, si può determinare immediatamente, e si ha

$$w=\frac{1}{4\pi\omega^2}\frac{\partial\mathfrak{N}}{\partial z_1}+\frac{\Xi}{4\pi(\Omega^2-\omega^2)}-\frac{z_1}{4\pi\omega^2}\frac{\partial\Xi}{\partial z_1}. \tag{58}$$

Si faccia in seguito

$$u=u_1+\frac{1}{4\pi\omega^2}\frac{\partial\mathfrak{L}}{\partial z_1}-\frac{z_1}{4\pi\omega^2}\frac{\partial\Xi}{\partial x_1},$$

$$v=v_1+\frac{1}{4\pi\omega^2}\frac{\partial\mathfrak{M}}{\partial z_1}-\frac{z_1}{4\pi\omega^2}\frac{\partial\Xi}{\partial y_1};$$

allora le equazioni (56) diventano

$$\Delta^2 u_1=0, \quad \Delta^2 v_1=0$$

e le (57)

$$\frac{\partial u_1}{\partial z_1}+\frac{1}{4\pi(\Omega^2-\omega^2)}\frac{\partial\Xi}{\partial x_1}-\frac{1}{2}\frac{\partial \mathrm{E}}{\partial y_1}=0,$$

$$\frac{\partial v_1}{\partial z_1}+\frac{1}{4\pi(\Omega^2-\omega^2)}\frac{\partial\Xi}{\partial y_1}+\frac{1}{2}\frac{\partial \mathrm{E}}{\partial x_1}=0.$$

Poniamo per compendio

$$\varkappa=z_1\log\left(z_1+\sqrt{(x-x_1)^2+(y-y_1)^2+z_1^2}\right)-\sqrt{(x-x_1)^2+(y-y_1)^2+z_1^2},$$

$$\mathfrak{L}=\frac{1}{\rho}\int_s \varkappa \mathrm{L}\,ds, \quad \mathfrak{M}=\frac{1}{\rho}\int_s \varkappa \mathrm{M}\,ds, \quad \mathfrak{N}=\frac{1}{\rho}\int_s \varkappa \mathrm{N}\,ds,$$

$$\frac{\partial\mathfrak{L}}{\partial x_1}+\frac{\partial\mathfrak{M}}{\partial y_1}+\frac{\partial\mathfrak{N}}{\partial z_1}=\mathfrak{X};$$

è chiaro che si avrà $\Xi=\frac{\partial\mathfrak{X}}{\partial z_1}$, $\mathfrak{L}=\frac{\partial\mathfrak{L}}{\partial z_1}$, ecc., e, se si pone

$$u_1=u_2-\frac{1}{4\pi(\Omega^2-\omega^2)}\frac{\partial\mathfrak{X}}{\partial x_1},$$

$$v_1=v_2-\frac{1}{4\pi(\Omega^2-\omega^2)}\frac{\partial\mathfrak{X}}{\partial y_1},$$

in tutto il corpo sarà $\Delta^2 u_2=0$, $\Delta^2 v_2=0$ ed in superficie

$$\frac{\partial u_2}{\partial z_1}-\frac{1}{2}\frac{\partial \mathrm{E}}{\partial y_1}=0, \quad \frac{\partial v_2}{\partial z_1}+\frac{1}{2}\frac{\partial \mathrm{E}}{\partial x_1}=0. \tag{59}$$

Ora

$$\varpi_1=\frac{\partial \mathrm{E}}{\partial x_1}+\frac{\Omega^2}{2\pi\omega^2(\Omega^2-\omega^2)}\frac{\partial\Xi}{\partial y_1}=\frac{1}{4\pi\omega^2}\frac{\partial}{\partial z_1}\left(\frac{\partial\mathfrak{N}}{\partial y_1}-\frac{\partial\mathfrak{M}}{\partial z_1}\right)+\frac{\Omega^2+\omega^2}{4\pi\omega^2(\Omega^2-\omega^2)}\frac{\partial\Xi}{\partial y_1}-\frac{\partial v_2}{\partial z_1},$$

$$\varpi_2=\frac{\partial \mathrm{E}}{\partial y_1}-\frac{\Omega^2}{2\pi\omega^2(\Omega^2-\omega^2)}\frac{\partial\Xi}{\partial x_1}=\frac{1}{4\pi\omega^2}\frac{\partial}{\partial z_1}\left(\frac{\partial\mathfrak{L}}{\partial z_1}-\frac{\partial\mathfrak{N}}{\partial x_1}\right)-\frac{\Omega^2+\omega^2}{4\pi\omega^2(\Omega^2-\omega^2)}\frac{\partial\Xi}{\partial x_1}+\frac{\partial u_2}{\partial z_1}, \tag{60}$$

$$\varpi_3=\frac{\partial \mathrm{E}}{\partial z_1}=\frac{1}{4\pi\omega^2}\frac{\partial}{\partial z_1}\left(\frac{\partial\mathfrak{M}}{\partial x_1}-\frac{\partial\mathfrak{L}}{\partial y_1}\right)+\frac{\partial v_2}{\partial x_1}-\frac{\partial u_2}{\partial y_1}.$$

Dalle prime due di queste equazioni si deducono queste altre

$$
\begin{aligned}
\frac{\partial \mathrm{E}}{\partial x_1} &= \frac{1}{4\pi\omega^2}\frac{\partial}{\partial x_1}\left(\frac{\partial \mathfrak{M}}{\partial x_1} - \frac{\partial \mathfrak{L}}{\partial y_1}\right) - \frac{\partial v_2}{\partial z_1}, \\
\frac{\partial \mathrm{E}}{\partial y_1} &= \frac{1}{4\pi\omega^2}\frac{\partial}{\partial y_1}\left(\frac{\partial \mathfrak{M}}{\partial x_1} - \frac{\partial \mathfrak{L}}{\partial y_1}\right) + \frac{\partial u_2}{\partial z_1},
\end{aligned}
\tag{61}
$$

e ad esse, nonchè alla terza delle (60) ed alle (59), si soddisfa supponendo che le equazioni (59) sussistano non soltanto per $z = 0$ ma in tutto il corpo e prendendo perciò

$$
\begin{aligned}
\mathrm{E} &= \frac{1}{2\pi\omega^2}\left(\frac{\partial \mathfrak{M}}{\partial x_1} - \frac{\partial \mathfrak{L}}{\partial y_1}\right), \\
u_2 &= \frac{1}{4\pi\omega^2}\frac{\partial}{\partial y_1}\left(\frac{\partial \boldsymbol{\mathfrak{M}}}{\partial x_1} - \frac{\partial \boldsymbol{\mathfrak{L}}}{\partial y_1}\right), \\
v_2 &= -\frac{1}{4\pi\omega^2}\frac{\partial}{\partial x_1}\left(\frac{\partial \boldsymbol{\mathfrak{M}}}{\partial x_1} - \frac{\partial \boldsymbol{\mathfrak{L}}}{\partial y_1}\right).
\end{aligned}
$$

Se ne deducono di seguito per le rotazioni i valori

$$
\begin{aligned}
\mathfrak{S}_1 &= \frac{1}{2\pi\omega^2}\frac{\partial}{\partial x_1}\left(\frac{\partial \mathfrak{M}}{\partial x_1} - \frac{\partial \mathfrak{L}}{\partial y_1}\right) + \frac{\Omega^2}{2\pi\omega^2(\Omega^2-\omega^2)}\frac{\partial \Xi}{\partial y_1}, \\
\mathfrak{S}_2 &= \frac{1}{2\pi\omega^2}\frac{\partial}{\partial y_1}\left(\frac{\partial \mathfrak{M}}{\partial x_1} - \frac{\partial \mathfrak{L}}{\partial y_1}\right) - \frac{\Omega^2}{2\pi\omega^2(\Omega^2-\omega^2)}\frac{\partial \Xi}{\partial x_1}, \\
\mathfrak{S}_3 &= \frac{1}{2\pi\omega^2}\frac{\partial}{\partial z_1}\left(\frac{\partial \mathfrak{M}}{\partial x_1} - \frac{\partial \mathfrak{L}}{\partial y_1}\right),
\end{aligned}
\tag{62}
$$

e per gli spostamenti u, v

$$
\begin{aligned}
u &= \frac{1}{4\pi\omega^2}\frac{\partial \mathfrak{L}}{\partial z_1} - \frac{z_1}{4\pi\omega^2}\frac{\partial \Xi}{\partial x_1} - \frac{1}{4\pi(\Omega^2-\omega^2)}\frac{\partial \mathfrak{X}}{\partial x_1} + \frac{1}{4\pi\omega^2}\frac{\partial}{\partial y_1}\left(\frac{\partial \boldsymbol{\mathfrak{M}}}{\partial x_1} - \frac{\partial \boldsymbol{\mathfrak{L}}}{\partial y_1}\right), \\
v &= \frac{1}{4\pi\omega^2}\frac{\partial \mathfrak{M}}{\partial z_1} - \frac{z_1}{4\pi\omega^2}\frac{\partial \Xi}{\partial y_1} - \frac{1}{4\pi(\Omega^2-\omega^2)}\frac{\partial \mathfrak{X}}{\partial y_1} - \frac{1}{4\pi\omega^2}\frac{\partial}{\partial x_1}\left(\frac{\partial \boldsymbol{\mathfrak{M}}}{\partial x_1} - \frac{\partial \boldsymbol{\mathfrak{L}}}{\partial y_1}\right),
\end{aligned}
\tag{63}
$$

Per completare le espressioni trovate per u, v, w bisognerebbe loro aggiungere i valori degli spostamenti provocati dalle X, Y, Z. Di questi possiamo fare due parti [1]: una prima prima parte è costituita dagli spostamenti che le X, Y, Z agenti entro lo spazio S, produrrebbero nel corpo supposto illimitato per ogni verso, la seconda invece degli spostamenti dovuti a forze applicate sul piano $z = 0$, uguali ed opposte alle tensioni generatevi dal primo gruppo di questi spostamenti.

9. *Deduzione diretta delle componenti della rotazione.* — Anche in questo caso la deduzione diretta de' valori di $\mathfrak{S}_1$, $\mathfrak{S}_2$, $\mathfrak{S}_3$ è abbastanza semplice: facendola, avrò occasione di dare per $\mathfrak{S}_1$, $\mathfrak{S}_2$, $\mathfrak{S}_3$ i valori completi, contenenti cioè anche i termini che dipendono dalle X, Y, Z.

Dalle espressioni delle forze L'_1, M'_1, N'_1 (v. eq. 8), a cui debbono attribuirsi

[1] Cerruti, l. c., § 7.

gli spostamenti ausiliari ξ'_1, η'_1, ζ'_1 necessari pel calcolo di $\mathfrak{S}_1$, si vede che per $z=0$ dovranno essere soddisfatte le equazioni

$$-\frac{\partial^2 \frac{1}{R}}{\partial x \partial y} + \frac{\partial \xi'_1}{\partial z} + \frac{\partial \zeta'_1}{\partial x} = 0,$$

$$\frac{\partial^2 \frac{1}{R}}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 \frac{1}{R}}{\partial y^2} + \frac{\partial \eta'_1}{\partial z} + \frac{\partial \zeta'_1}{\partial y} = 0,$$

$$-2\omega^2 \frac{\partial^2 \frac{1}{R}}{\partial y \partial z} + (\Omega^2 - 2\omega^2)\vartheta'_1 + 2\omega^2 \frac{\partial \zeta'_1}{\partial z} = 0.$$

Se poniamo

$$\xi'_1 = \xi''_1, \quad \eta'_1 = \eta''_1 - \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial z}, \quad \zeta'_1 = \zeta''_1 + \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial y},$$

le equazioni soprascritte diventano

$$\frac{\partial \xi''_1}{\partial z} + \frac{\partial \zeta''_1}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial \eta''_1}{\partial z} + \frac{\partial \zeta''_1}{\partial y} = 0,$$

$$4\omega^2 \frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial y \partial z} + (\Omega^2 - 2\omega^2)\vartheta''_1 + 2\omega^2 \frac{\partial \zeta''_1}{\partial z} = 0.$$

In seguito facciamo

$$\xi''_1 = \frac{\partial \xi'''_1}{\partial y}, \quad \eta''_1 = \frac{\partial \eta'''_1}{\partial y}, \quad \zeta''_1 = \frac{\partial \zeta'''_1}{\partial y}, \quad \vartheta''_1 = \frac{\partial \vartheta'''_1}{\partial y}$$

e determiniamo la deformazione ξ'''_1, η'''_1, ζ'''_1, per la quale in superficie si ha

$$\frac{\partial \xi'''_1}{\partial z} + \frac{\partial \zeta'''_1}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial \eta'''_1}{\partial z} + \frac{\partial \zeta'''_1}{\partial y} = 0,$$

$$4\omega^2 \frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial z} + (\Omega^2 - 2\omega^2)\vartheta'''_1 + 2\omega^2 \frac{\partial \zeta'''_1}{\partial z} = 0.$$

Queste equazioni collimano colle (52), salvo il cambiamento di $\frac{\partial^2 \frac{1}{R'}}{\partial z^2}$ in $\frac{\partial \frac{1}{R'}}{\partial z}$, epperò i valori di ξ'''_1, η'''_1, ζ'''_1 si dedurranno da quelli di ξ'', η'', ζ'' (vedi § 7) mutando $\frac{1}{R'}$ nella funzione

$$\chi = \log\left(z + z_1 + \sqrt{(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 + (z + z_1)^2}\right);$$

ossia avremo

$$\xi'''_1 = 2z \frac{\partial^2 \chi}{\partial x \partial z} + \frac{2\omega^2}{\Omega^2 - \omega^2} \frac{\partial \chi}{\partial x},$$

$$\eta'''_1 = 2z \frac{\partial^2 \chi}{\partial y \partial z} + \frac{2\omega^2}{\Omega^2 - \omega^2} \frac{\partial \chi}{\partial y},$$

$$\zeta'''_1 = 2z \frac{\partial^2 \chi}{\partial z^2} - \frac{2\Omega^2}{\Omega^2 - \omega^2} \frac{\partial \chi}{\partial z}.$$

Per conseguenza

$$\xi''_1 = 2z \frac{\partial^3 \chi}{\partial x \partial y \partial z} + \frac{2\omega^2}{\Omega^2 - \omega^2} \frac{\partial^2 \chi}{\partial x \partial y}$$

$$\eta''_1 = 2z \frac{\partial^3 \chi}{\partial y^2 \partial z} + \frac{2\omega^2}{\Omega^2 - \omega^2} \frac{\partial^2 \chi}{\partial y^2}$$

$$\zeta''_1 = 2z \frac{\partial^3 \chi}{\partial y \partial z^2} - \frac{2\Omega^2}{\Omega^2 - \omega^2} \frac{\partial^2 \chi}{\partial y \partial z},$$

e finalmente

$$\xi'_1 = 2z \frac{\partial^3 \chi}{\partial x \partial y \partial z} + \frac{2\,\omega^2}{\Omega^2 - \omega^2} \frac{\partial^2 \chi}{\partial x \partial y},$$

$$\eta'_1 = 2z \frac{\partial^3 \chi}{\partial y^2 \partial z} + \frac{2\omega^2}{\Omega^2 - \omega^2} \frac{\partial^2 \chi}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 \chi}{\partial z^2},$$

$$\zeta'_1 = 2z \frac{\partial^3 \chi}{\partial y \partial z^2} - \frac{\Omega^2 + \omega^2}{\Omega^2 - \omega^2} \frac{\partial^2 \chi}{\partial y \partial z}.$$

Pertanto $\mathfrak{T}_1$ sarà dato da

$$\mathfrak{T}_1 = \frac{1}{4\pi\omega^2} \int_S \left(Y \frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial z} - Z \frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial y} \right) dS + \frac{1}{4\pi\omega^2} \int_S (X\xi'_1 + Y\eta'_1 + Z\zeta'_1)\, dS$$

$$- \frac{1}{2\pi\rho\omega^2} \int_s \left(M \frac{\partial^2 \chi}{\partial z^2} + N \frac{\partial^2 \chi}{\partial y \partial z} \right) ds + \frac{1}{2\pi\rho(\Omega^2 - \omega^2)} \int_s \left(L \frac{\partial^2 \chi}{\partial x \partial y} + M \frac{\partial^2 \chi}{\partial y^2} - N \frac{\partial^2 \chi}{\partial y \partial z} \right) ds,$$

ossia

$$\begin{aligned} \mathfrak{T}_1 = \frac{1}{4\pi\omega^2} \int_S \left(Y \frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial z} - Z \frac{\partial \frac{1}{R}}{\partial y} \right) dS + \frac{1}{4\pi\omega^2} \int_S (X\xi'_1 + Y\eta'_1 + Z\zeta'_1)\, dS \\ + \frac{1}{2\pi\omega^2} \frac{\partial}{\partial x_1} \left(\frac{\partial \mathfrak{M}}{\partial x_1} - \frac{\partial \mathfrak{L}}{\partial y_1} \right) + \frac{\Omega^2}{2\pi\omega^2(\Omega^2 - \omega^2)} \frac{\partial \Xi}{\partial y_1} = 0. \end{aligned} \tag{64}$$

Similmente gli spostamenti ausiliarî $\xi'_2, \eta'_2, \zeta'_2$, de' quali bisogna far uso pel calcolo di $\mathfrak{T}_2$, e che alla superficie del corpo soddisfano alle equazioni

$$\frac{\partial^2 \frac{1}{R}}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 \frac{1}{R}}{\partial z^2} + \frac{\partial \xi'_2}{\partial z} + \frac{\partial \zeta'_2}{\partial x} = 0,$$

$$\frac{\partial^2 \frac{1}{R}}{\partial x \partial y} + \frac{\partial \eta'_2}{\partial z} + \frac{\partial \zeta'_2}{\partial y} = 0,$$

$$2\omega^2 \frac{\partial^2 \frac{1}{R}}{\partial x \partial z} + (\Omega^2 - 2\omega^2)\, \vartheta'_2 + 2\omega^2 \frac{\partial \zeta'_2}{\partial z} = 0.$$

saranno così espressi

$$\xi'_2 = -\left(2z\frac{\partial^3\chi}{\partial x^2\partial z} + \frac{2\omega^2}{\Omega^2-\omega^2}\frac{\partial^2\chi}{\partial x^2} - \frac{\partial^2\chi}{\partial z^2}\right),$$

$$\eta'_2 = -\left(2z\frac{\partial^3\chi}{\partial x\partial y\partial z} + \frac{2\omega^2}{\Omega^2-\omega^2}\frac{\partial^2\chi}{\partial y^2}\right),$$

$$\zeta'_2 = -\left(2z\frac{\partial^3\chi}{\partial x\partial z^2} - \frac{\Omega^2+\omega^2}{\Omega^2-\omega^2}\frac{\partial^2\chi}{\partial x\partial z}\right),$$

Quindi

$$\begin{aligned}\mathfrak{S}_2 = \frac{1}{4\pi\omega^2}\int_S\left(Z\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial x} - X\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial z}\right)dS + \frac{1}{4\pi\omega^2}\int_S(X\xi'_2 + Y\eta'_2 + Z\zeta'_2)\,dS \\ + \frac{1}{2\pi\omega^2}\frac{\partial}{\partial y_1}\left(\frac{\partial\mathfrak{M}}{\partial x_1} - \frac{\partial\mathfrak{L}}{\partial y_1}\right) - \frac{\Omega^2}{2\pi\omega^2}\frac{1}{\Omega^2-\omega^2}\frac{\partial\Xi}{\partial x_1}.\end{aligned} \tag{65}$$

Finalmente per gli spostamenti ausiliarî ξ'_3, η'_3, ζ'_3 che servono pel calcolo di $\mathfrak{S}_3$, dovranno essere soddisfatte le equazioni ai limiti

$$\frac{\partial^2\frac{1}{R}}{\partial y\partial z} + \frac{\partial\xi'_3}{\partial z} + \frac{\partial\zeta'_3}{\partial x} = 0, \quad -\frac{\partial^2\frac{1}{R}}{\partial x\partial z} + \frac{\partial\eta'_3}{\partial z} + \frac{\partial\zeta'_3}{\partial y} = 0,$$

$$(\Omega^2-2\omega^2)\,\vartheta'_3 + 2\omega^2\frac{\partial\zeta'_3}{\partial z} = 0,$$

le quali, quando si faccia

$$\xi'_3 = \xi''_3 + \frac{\partial\frac{1}{R'}}{\partial y}, \quad \eta'_3 = \eta''_3 - \frac{\partial\frac{1}{R'}}{\partial x}, \quad \zeta'_3 = \zeta''_3$$

diventano

$$\frac{\partial\xi''_3}{\partial z} + \frac{\partial\zeta''_3}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial\eta''_3}{\partial z} + \frac{\partial\zeta''_3}{\partial y} = 0, \quad (\Omega^2-2\omega^2)\,\vartheta''_3 + 2\omega^2\frac{\partial\zeta''_3}{\partial z} = 0:$$

quindi $\xi''_3 = \eta''_3 = \zeta''_3 = 0$, $\xi'_3 = \frac{\partial\frac{1}{R'}}{\partial y} = \frac{\partial^2\chi}{\partial y\partial z}$, $\eta'_3 = -\frac{\partial\frac{1}{R'}}{\partial x} = -\frac{\partial^2\chi}{\partial x\partial z}$, e

$$\begin{aligned}\mathfrak{S}_3 = \frac{1}{4\pi\omega^2}\int_S\left(X\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial y} - Y\frac{\partial\frac{1}{R}}{\partial x}\right)dS + \frac{1}{4\pi\omega^2}\int_S(X\xi'_3 + Y\eta'_3)\,dS \\ + \frac{1}{4\pi\omega^2}\frac{\partial}{\partial x_1}\left(\frac{\partial\mathfrak{M}}{\partial x_1} - \frac{\partial\mathfrak{L}}{\partial y_1}\right).\end{aligned} \tag{66}$$

CAPITOLO QUARTO

Osservazioni sui risultati precedenti, e casi particolari.

10. *Tensioni provocate in superficie per dati spostamenti de' suoi punti.* — Nel caso più generale gli spostamenti de' punti della superficie saranno diversi da zero entro certe porzioni determinate ed eguali a zero in tutta la parte restante. Indichisi con σ il contorno di una di queste porzioni, s il campo da esso racchiuso, ed s_1 la regione esterna: se, restando sempre nel campo s, ci accostiamo indefinitamente ad punto M qualunque del contorno σ, possiamo per u, v, w trovare valori limiti uguali a zero o diversi da zero. Nel seguito escluderò sempre questo secondo caso, perchè ne conseguirebbe che certi punti infinitamente prossimi prima della deformazione non lo sono più dopo di essa. Prima della deformazione immaginiamo sul piano $z=0$ tracciato un segmento rettilineo mMm_1 il quale incontri σ nel punto M, e sia m situato entro s ed m_1 in s_1. Per effetto della deformazione, Mm si sarà mutato in un arco di curva e generalmente parlando la tangente in M a quest'arco farà con Mm_1 un angolo finito e diverso da zero: ossia designando con ν la normale a σ in M rivolta verso l'interno di s, saranno in M diverse di zero le derivate $\frac{du}{d\nu}$, $\frac{dv}{d\nu}$, $\frac{dw}{d\nu}$, mentre son nulle le derivate medesime secondo la normale esterna: ossia sul contorno σ le derivate prime di u, v, w secondo la normale e quelle di ordine superiore saranno per lo più discontinue.

Ora ponendo, nel piano $z=0$,

$$\nabla^2=\frac{\partial^2}{\partial x^2}+\frac{\partial^2}{\partial y^2},\quad \vartheta=\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y},\quad \tau=\frac{\partial v}{\partial x}-\frac{\partial u}{\partial y},\quad r^2=(x-x_1)^2+(y-y_1)^2,$$

ed accennando con ϑ_1, τ_1 i valori di ϑ e τ nel punto (x_1, y_1), dalle espressioni date per $\mathfrak{O}$, $\mathfrak{P}$, $\mathfrak{Q}$ (v. § 5) si desume

$$\begin{aligned}
\frac{\partial^2\mathfrak{O}}{\partial z_1^2}&=\int_s\frac{\nabla^2 u}{R}\,ds+\int_\sigma\frac{1}{R}\frac{du}{d\nu}\,d\sigma,\\
\frac{\partial^2\mathfrak{P}}{\partial z_1^2}&=\int_s\frac{\nabla^2 v}{R}\,ds+\int_\sigma\frac{1}{R}\frac{dv}{d\nu}\,d\sigma,\\
\frac{\partial^2\mathfrak{Q}}{\partial z_1^2}&=\int_s\frac{\nabla^2 w}{R}\,ds+\int_\sigma\frac{1}{R}\frac{dw}{d\nu}\,d\sigma,
\end{aligned}\tag{67}$$

ed inoltre per $z_1=0$

$$\begin{aligned}
\frac{\partial\Sigma}{\partial x_1}&=-2\pi\frac{\partial w}{\partial x_1}+\int_s\frac{1}{r}\frac{\partial\vartheta}{\partial x}\,ds+\int_\sigma\frac{\vartheta}{r}\frac{dx}{d\nu}\,d\sigma,\\
\frac{\partial\Sigma}{\partial y_1}&=-2\pi\frac{\partial w}{\partial y_1}+\int_s\frac{1}{r}\frac{d\vartheta}{\partial y}\,ds+\int_\sigma\frac{\vartheta}{r}\frac{dy}{d\nu}\,d\sigma,\\
\frac{\partial\Sigma}{\partial z_1}&=-2\pi\,\vartheta_1+\int_s\frac{\nabla^2 w}{r}\,ds+\int_\sigma\frac{1}{r}\frac{dw}{d\nu}\,d\sigma.
\end{aligned}\tag{68}$$

Perciò, per $z_1 = 0$ e nell'ipotesi di $X = Y = Z = 0$,

$$\Theta_1 = \frac{2\omega^2\vartheta_1}{\Omega^2+\omega^2} - \frac{\omega^2}{\pi(\Omega^2+\omega^2)}\int_s \frac{\nabla^2 w}{r}\, ds - \frac{\omega^2}{\pi(\Omega^2+\omega^2)}\int_\sigma \frac{1}{r}\frac{dw}{d\nu}\, d\sigma,$$

$$\varepsilon_1 = \frac{2\Omega^2}{\Omega^2+\omega^2}\frac{\partial w}{\partial y_1} + \frac{1}{2\pi(\Omega^2+\omega^2)}\int_s \left\{(\Omega^2+\omega^2)\frac{\partial\tau}{\partial x} + 2\omega^2\frac{\partial\vartheta}{\partial y}\right\}\frac{ds}{r}$$
$$- \frac{1}{2\pi(\Omega^2+\omega^2)}\int_\sigma \left\{(\Omega^2-\omega^2)\vartheta\frac{dy}{d\nu} - (\Omega^2+\omega^2)\frac{dv}{d\nu}\right\}\frac{d\sigma}{r},$$

$$\varepsilon_2 = -\frac{2\Omega^2}{\Omega^2+\omega^2}\frac{\partial w}{\partial x_1} + \frac{1}{2\pi(\Omega^2+\omega^2)}\int_s \left\{(\Omega^2+\omega^2)\frac{\partial\tau}{\partial y} - 2\omega^2\frac{\partial\vartheta}{\partial x}\right\}\frac{ds}{r}$$
$$+ \frac{1}{2\pi(\Omega^2+\omega^2)}\int_\sigma \left\{(\Omega^2-\omega^2)\vartheta\frac{dx}{d\nu} - (\Omega^2+\omega^2)\frac{du}{d\nu}\right\}\frac{d\sigma}{r},$$

$$\varepsilon_3 = \tau_1, \tag{69}$$

$$\frac{\partial u}{\partial z_1} = -\frac{\Omega^2-\omega^2}{\Omega^2+\omega^2}\frac{\partial w}{\partial x_1} + \frac{1}{2\pi(\Omega^2+\omega^2)}\int_s \left\{(\Omega^2+\omega^2)\frac{\partial\tau}{\partial y} - 2\omega^2\frac{\partial\vartheta}{\partial x}\right\}\frac{ds}{r}$$
$$+ \frac{1}{2\pi(\Omega^2+\omega^2)}\int_\sigma \left\{(\Omega^2-\omega^2)\vartheta\frac{dx}{d\nu} - (\Omega^2+\omega^2)\frac{du}{d\nu}\right\}\frac{d\sigma}{r},$$

$$\frac{\partial v}{\partial z_1} = -\frac{\Omega^2-\omega^2}{\Omega^2+\omega^2}\frac{\partial w}{\partial y_1} - \frac{1}{2\pi(\Omega^2+\omega^2)}\int_s \left\{(\Omega^2+\omega^2)\frac{\partial\tau}{\partial x} + 2\omega^2\frac{\partial\vartheta}{\partial y}\right\}\frac{ds}{r}$$
$$+ \frac{1}{2\pi(\Omega^2+\omega^2)}\int_\sigma \left\{(\Omega^2-\omega^2)\vartheta\frac{dy}{d\nu} - (\Omega^2+\omega^2)\frac{dv}{d\nu}\right\}\frac{d\sigma}{r},$$

$$\frac{\partial w}{\partial z_1} = -\frac{\Omega^2-\omega^2}{\Omega^2+\omega^2}\vartheta_1 - \frac{\omega^2}{\pi(\Omega^2+\omega^2)}\int_s \frac{\nabla^2 w}{r}\, ds - \frac{\omega^2}{\pi(\Omega^2+\omega^2)}\int_\sigma \frac{dw}{d\nu}\frac{d\sigma}{r}.$$

Da queste espressioni si deduce che, quando in superficie si ha $w = 0$, la condensazione cubica ne' diversi punti della superficie stessa è proporzionale tanto alla dilatazione superficiale, quanto alla dilatazione lineare di un elemento ad essa normale.

Ora in virtù delle equazioni (2) le tensioni L_1, M_1, N_1 provocate nel punto (x_1, y_1) del piano $z_1 = 0$ sono date da

$$L_1 = -2\rho\omega^2\frac{\partial u}{\partial z_1} + \rho\omega^2\varepsilon_2,$$

$$M_1 = -2\rho\omega^2\frac{\partial v}{\partial z_1} - \rho\omega^2\varepsilon_1,$$

$$N_1 = -2\rho\omega^2\frac{\partial w}{\partial z_1} - \rho(\Omega^2-2\omega^2)\,\Theta;$$

quindi, fatte le debite sostituzioni

$$
\begin{aligned}
L_1 = & -\frac{2\rho\omega^4}{\Omega^2+\omega^2}\frac{\partial w}{\partial x_1} - \frac{\rho\omega^2}{2\pi(\Omega^2+\omega^2)}\int_s \left\{(\Omega^2+\omega^2)\frac{\partial \tau}{\partial y} - 2\omega^2\frac{\partial \vartheta}{\partial x}\right\}\frac{ds}{r} \\
& - \frac{\rho\omega^2}{2\pi(\Omega^2+\omega^2)}\int_\sigma \left\{(\Omega^2-\omega^2)\vartheta\frac{dx}{d\nu} - (\Omega^2+\omega^2)\frac{du}{d\nu}\right\}\frac{d\sigma}{r}, \\
M_1 = & -\frac{2\rho\omega^4}{\Omega^2+\omega^2}\frac{\partial w}{\partial y_1} + \frac{\rho\omega^2}{2\pi(\Omega^2+\omega^2)}\int_s \left\{(\Omega^2+\omega^2)\frac{\partial \tau}{\partial x} + 2\omega^2\frac{\partial \vartheta}{\partial y}\right\}\frac{ds}{r} \\
& - \frac{\rho\omega^2}{2\pi(\Omega^2+\omega^2)}\int_\sigma \left\{(\Omega^2-\omega^2)\vartheta\frac{dy}{d\nu} - (\Omega^2+\omega^2)\frac{dv}{d\nu}\right\}\frac{d\sigma}{r}, \\
N_1 = & \frac{2\rho\omega^4}{\Omega^2+\omega^2}\vartheta_1 + \frac{\rho\omega^2\Omega^2}{\pi(\Omega^2+\omega^2)}\int_s \frac{\nabla^2 w}{r}ds + \frac{\rho\omega^2\Omega^2}{\pi(\Omega^2+\omega^2)}\int_\sigma \frac{dw}{d\nu}\frac{d\sigma}{r}.
\end{aligned}
\tag{70}
$$

Se lungo il contorno σ le derivate $\frac{du}{d\nu}$, $\frac{dv}{d\nu}$, $\frac{dw}{d\nu}$ sono diverse da zero, le forze L, M, N vi diventano infinitamente grandi.

11. *Deformazione alla superficie sotto l'azione di date forze agenti su di essa.* — Tenute fisse le notazioni e le supposizioni del paragrafo precedente, e posto inoltre

$$
\frac{\partial L}{\partial x} + \frac{\partial M}{\partial y} = p, \qquad \frac{\partial M}{\partial x} - \frac{\partial L}{\partial y} = q,
$$

$$
L\frac{dx}{d\nu} + M\frac{dy}{d\nu} = l, \qquad M\frac{dx}{d\nu} - L\frac{dy}{d\nu} = m,
$$

le espressioni (54) e (62) di Θ, $\mathfrak{T}_1$, $\mathfrak{T}_2$, $\mathfrak{T}_3$ diventano per $z_1 = 0$

$$
\begin{aligned}
\Theta = & -\frac{N_1}{\rho(\Omega^2-\omega^2)} + \frac{1}{2\pi\rho(\Omega^2-\omega^2)}\int_s \frac{p\,ds}{r} + \frac{1}{2\pi\rho(\Omega^2-\omega^2)}\int_\sigma \frac{l\,d\sigma}{r}, \\
\mathfrak{T}_1 = & \frac{\Omega^2}{2\pi\rho\omega^2(\Omega^2-\omega^2)}\frac{\partial}{\partial y_1}\int_s \frac{N ds}{r} - \frac{1}{2\pi\rho\omega^2(\Omega^2-\omega^2)}\int_s \left(\Omega^2 p\frac{\partial \log r}{\partial y} + (\Omega^2-\omega^2)q\frac{\partial \log r}{\partial x}\right)ds \\
& - \frac{1}{2\pi\rho\omega^2(\Omega^2-\omega^2)}\int_\sigma \left\{\Omega^2 l\frac{\partial \log r}{\partial y} + (\Omega^2-\omega^2)m\frac{\partial \log r}{\partial x}\right\}d\sigma, \\
\mathfrak{T}_2 = & -\frac{\Omega^2}{2\pi\rho\omega^2(\Omega^2-\omega^2)}\frac{\partial}{\partial x_1}\int_s \frac{N ds}{r} + \frac{1}{2\pi\rho\omega^2(\Omega^2-\omega^2)}\int_s \left(\Omega^2 p\frac{\partial \log r}{\partial x} - (\Omega^2-\omega^2)q\frac{\partial \log r}{\partial y}\right)ds \\
& + \frac{1}{2\pi\rho\omega^2(\Omega^2-\omega^2)}\int_\sigma \left\{\Omega^2 l\frac{\partial \log r}{\partial x} - (\Omega^2-\omega^2)m\frac{\partial \log r}{\partial y}\right\}d\sigma. \\
\mathfrak{T}_3 = & \frac{1}{2\pi\rho\omega^2}\int_s \frac{q\,ds}{r} + \frac{1}{2\pi\rho\omega^2}\int_\sigma \frac{m\,d\sigma}{r}.
\end{aligned}
\tag{71}
$$

Di seguito, detti u_1, v_1, w_1 i valori degli spostamenti nel punto $(x_1, y_1, 0)$, si avrà

$$
\begin{aligned}
u_1 = & \frac{1}{4\pi\rho\omega^2}\int_s \frac{\mathrm{L}ds}{r} - \frac{1}{4\pi\rho(\Omega^2-\omega^2)}\frac{\partial}{\partial x_1}\int_s \mathrm{N}\log r\, ds \\
& - \frac{1}{4\pi\rho\omega^2(\Omega^2-\omega^2)}\int_s \left\{(\Omega^2-\omega^2)q\frac{\partial r}{\partial y} - \omega^2 p\frac{\partial r}{\partial x}\right\} ds \\
& - \frac{1}{4\pi\rho\omega^2(\Omega^2-\omega^2)}\int_\sigma \left\{(\Omega^2-\omega^2)m\frac{\partial r}{\partial y} - \omega^2 l\frac{\partial r}{\partial x}\right\} d\sigma, \\
v_1 = & \frac{1}{4\pi\rho\omega^2}\int_s \frac{\mathrm{M}ds}{r} + \frac{1}{4\pi\rho(\Omega^2-\omega^2)}\frac{\partial}{\partial y_1}\int_s \mathrm{N}\log r\, ds \\
& + \frac{1}{4\pi\rho\omega^2(\Omega^2-\omega^2)}\int_s \left\{(\Omega^2-\omega^2)q\frac{\partial r}{\partial x} + \omega^2 p\frac{\partial r}{\partial y}\right\} ds \\
& + \frac{1}{4\pi\rho\omega^2(\Omega^2-\omega^2)}\int_\sigma \left\{(\Omega^2-\omega^2)m\frac{\partial r}{\partial x} + \omega^2 l\frac{\partial r}{\partial y}\right\} d\sigma, \\
w_1 = & \frac{\Omega^2}{4\pi\rho\omega^2(\Omega^2-\omega^2)}\int_s \frac{\mathrm{N}ds}{r} + \frac{1}{4\pi\rho(\Omega^2-\omega^2)}\int_s p\log r ds + \frac{1}{4\pi\rho(\Omega^2-\omega^2)}\int_\sigma l\log r\, d\sigma.
\end{aligned}
\tag{72}
$$

12. *Caso in cui le forze agenti in superficie sieno ad essa normali.* — Se in superficie si ha $\mathrm{L}=0$, $\mathrm{M}=0$ e per tutto il corpo $\mathrm{X}=\mathrm{Y}=\mathrm{Z}=0$, le espressioni per la dilatazione cubica, le rotazioni e gli spostamenti in un punto qualunque diventano

$$
\begin{aligned}
& \Theta = \frac{1}{2\pi\rho(\Omega^2-\omega^2)}\frac{\partial}{\partial z_1}\int_s \frac{\mathrm{N}ds}{\mathrm{R}}, \quad \varpi_1 = \frac{\Omega^2}{2\pi\rho\omega^2(\Omega^2-\omega^2)}\frac{\partial}{\partial y_1}\int_s \frac{\mathrm{N}ds}{\mathrm{R}}, \\
& \varpi_2 = -\frac{\Omega^2}{2\pi\rho\omega^2(\Omega^2-\omega^2)}\frac{\partial}{\partial x_1}\int_s \frac{\mathrm{N}ds}{\mathrm{R}}, \quad \varpi_3 = 0, \\
& u_1 = -\frac{1}{4\pi\rho\omega^2}\frac{\partial}{\partial x_1}\left\{\frac{\omega^2}{\Omega^2-\omega^2}\int_s \mathrm{N}\log(z_1+\mathrm{R})\,ds + z_1\int_s \frac{\mathrm{N}ds}{\mathrm{R}}\right\}, \\
& v_1 = -\frac{1}{4\pi\rho\omega^2}\frac{\partial}{\partial y_1}\left\{\frac{\omega^2}{\Omega^2-\omega^2}\int_s \mathrm{N}\log(z_1+\mathrm{R})\,ds + z_1\int_s \frac{\mathrm{N}ds}{\mathrm{R}}\right\}, \\
& w_1 = \frac{\Omega^2}{4\pi\rho\omega^2(\Omega^2-\omega^2)}\int_s \frac{\mathrm{N}ds}{\mathrm{R}} - \frac{z_1}{4\pi\rho\omega^2}\frac{\partial}{\partial z_1}\int_s \frac{\mathrm{N}ds}{\mathrm{R}};
\end{aligned}
\tag{73}
$$

e sul piano $z_1=0$

$$
\begin{aligned}
& \Theta = -\frac{\mathrm{N}_1}{\rho(\Omega^2-\omega^2)}, \quad \varpi_1 = \frac{\Omega^2}{2\pi\rho\omega^2(\Omega^2-\omega^2)}\frac{\partial}{\partial y_1}\int_s \frac{\mathrm{N}ds}{r}, \\
& \varpi_2 = -\frac{1}{2\pi\rho\omega^2(\Omega^2-\omega^2)}\frac{\partial}{\partial x_1}\int_s \frac{\mathrm{N}ds}{r}, \quad \varpi_3 = 0, \\
& u_1 = -\frac{1}{4\pi\rho(\Omega^2-\omega^2)}\frac{\partial}{\partial x_1}\int_s \mathrm{N}\log r\, ds, \quad v_1 = -\frac{1}{4\pi\rho(\Omega^2-\omega^2)}\frac{\partial}{\partial y_1}\int_s \mathrm{N}\log r\, ds \\
& w_1 = \frac{\Omega^2}{4\pi\rho\omega^2(\Omega^2-\omega^2)}\int_s \frac{\mathrm{N}ds}{r},
\end{aligned}
\tag{74}
$$

essendo sempre $R^2=(x-x)^2+(y-y_1)^2+z^2$, $r^2=(x-x_1)^2+(y-y_1)^2$ ed N_1 il valore di N nel punto $(x_1, y_1, 0)$. Queste formole risolvono completamente il problema particolare trattato da Lamé e Clapeyron nella Memoria citata al principio di questo lavoro: esse tornano utili in special modo, quando si voglia calcolare la deformazione prodotta nel corpo da uno o da più altri corpi che si appoggiano sul piano $z_1=0$, purchè l'attrito mutuo sia nullo. Supponiamo il piano $z_1=0$ orizzontale ed i corpi dati pesanti [1] e rigidi, allora entro le rispettive basi di appoggio, salvo certe costanti, sono conosciuti i valori di w_1: or bene, dall'espressione per w_1 data dalle (74) si deduce che, per avere i valori di N, basterà calcolare la densità variabile di uno strato di materia, agente secondo la legge di Newton, disteso sulle basi di appoggio, quando in tutti i punti di questa base sono dati i valori della funzione potenziale procedente dalla materia predetta. Una volta conosciuta la funzione N, mediante le (73) si potranno determinare tutti gli elementi della deformazione.

Nel caso di un corpo solo, il quale si appoggi sul piano $z_1=0$ per un'area circolare e di w_1 variabile soltanto colla distanza del centro dell'area, la determinazione di N si può ottenere nel modo seguente. Da una formola stabilita dal professor Beltrami [2] risulta che la massa $\mu(r_1)$, compresa tra l'orlo esterno di un disco circolare di raggio a e la circonferenza concentrica di raggio r_1, quando la densità k non varia che colla distanza del centro O del disco, è così espressa mediante i valori presi dalla funzione potenziale V sul disco stesso

$$\mu(r_1)=\frac{2}{\pi}\int_{r_1}^{a}\frac{r'_1\,dr'_1}{\sqrt{r'^2_1-r^2_1}}\frac{d}{dr'_1}\int_0^{r'_1}\frac{V(\gamma)\,\gamma d\gamma}{\sqrt{r'^2_1-\gamma^2}};$$

quindi la densità nei punti della circonferenza di raggio r_1 sarà data da

$$k(r_1)=-\frac{1}{\pi^2 r_1}\frac{d}{dr_1}\left(\int_{r_1}^{a}\frac{r'_1\,dr'_1}{\sqrt{r'^2_1-r^2_1}}\frac{d}{dr'_1}\int_0^{r'_1}\frac{V(\gamma)\,\gamma d\gamma}{\sqrt{r'^2_1-\gamma^2}}\right).$$

Ora da quest'espressione si passa a quella cercata per N mutando semplicemente $V(\gamma)$ in $\frac{4\pi\rho\omega^2(\Omega^2-\omega^2)}{\Omega^2}w(\gamma)$ e $k(r_1)$ in $N(r_1)$: con ciò

$$N(r_1)=-\frac{4\rho\omega^2(\Omega^2-\omega^2)}{\pi\Omega^2 r_1}\frac{d}{dr_1}\left(\int_{r_1}^{a}\frac{r'_1\,dr'_1}{\sqrt{r'^2_1-r^2_1}}\frac{d}{dr'_1}\int_0^{r'_1}\frac{w(\gamma)\,\gamma d\gamma}{\sqrt{r'^2_1-\gamma^2}}\right). \quad (75)$$

Nel caso particolare in cui fosse w costante ed uguale a w_0, si avrebbe

$$N(r_1)=\frac{4\rho\omega^2(\Omega^2-\omega^2)}{\pi\Omega^2}\frac{w_0}{\sqrt{a^2-r^2_1}} \quad (76)$$

[1] Per fissare le idee ho supposto i corpi pesanti, ma le considerazioni che seguono non cessano di valere qualunque sieno le forze da cui sono sollecitati, purchè questi corpi giacciano in equilibrio sul piano $z_1=0$.

[2] Cfr. Beltrami, *Sulla teoria delle funzioni potenziali simmetriche*, Memorie dell'Accad. delle Scienze di Bologna, Ser. IV, t. II, pp. 462-463.

e pei punti del piano $z_1 = 0$ ed esterni al disco sarà $N = 0$ e (v. le eq. 74)

$$w(r_1) = \frac{2w_0}{\pi} \int_{r'_1=0}^{r'_1=a} \int_{\varphi=0}^{\varphi=\pi} \frac{1}{\sqrt{a^2 - r'^2_1}} \frac{r'_1 \, dr'_1 \, d\varphi}{\sqrt{r'^2_1 + r^2_1 - 2r'_1 r_1 \cos\varphi}}$$

$$= \frac{2w_0}{\pi} \int_{r'_1=0}^{r'_1=a} \int_{\sigma=0}^{\sigma=\infty} \frac{r'_1 J_0(r_1\sigma) J_0(r'_1\sigma) \, dr'_1 \, d\sigma}{\sqrt{a^2 - r'^2_1}},$$

denotando con J_0 la funzione cilindrica di prima specie e di indice zero. Ma è noto che

$$\int_0^a \frac{r'_1 J_0(r'_1\sigma) \, dr'_1}{\sqrt{a^2 - r'^2_1}} = \frac{\operatorname{sen} a\sigma}{\sigma};$$

quindi

$$w(r_1) = \frac{2w_0}{\pi} \int_0^\infty \frac{\operatorname{sen} a\sigma J_0(r_1\sigma) \, d\sigma}{\sigma} = \frac{2w_0}{\pi} \operatorname{arc\,sen} \frac{a}{r_1}. \tag{77}$$

Di qui si vede che dopo la deformazione il piano $z_1 = 0$ si troverà mutato in una superficie di rotazione attorno alla verticale del punto O, superficie asintotica al piano stesso ed accordantesi ad angolo retto coll'orlo esterno del disco.

La deformazione è simmetrica rispetto alla verticale del punto O ed avviene in piani condotti per essa: or bene (v. § 3), nel piano $z_1 = 0$ lo spostamento $U(r_1)$ parallelo ad esso di un punto qualunque, situato prima della deformazione sulla circonferenza r_1, sarà dato da

$$U(r_1) = u_1 \frac{dx_1}{dr_1} + v_1 \frac{dy_1}{dr_1} = -\frac{1}{4\pi\rho(\Omega^2 - \omega^2)} \frac{\partial}{\partial r_1} \int_{s_1} N(r'_1) \log \sqrt{r^2_1 + r'^2_1 - 2r_1 r'_1 \cos\varphi} \, ds,$$

ossia

$$U(r_1) = -\frac{2\omega^2 w_0}{\pi^2 \Omega^2} \int_0^a \frac{r'_1 \, dr'_1}{\sqrt{a^2 - r'^2_1}} \int_0^\pi \frac{r_1 - r'_1 \cos\varphi}{r^2_1 + r'^2_1 - 2r_1 r'_1 \cos\varphi} d\varphi.$$

Se il punto è interno al disco, possiamo mettere $U(r_1)$ sotto la forma

$$U(r_1) = -\frac{2\omega^2 w_0}{\pi^2 \Omega^2} \int_0^{r_1} \frac{r'_1 \, dr'_1}{\sqrt{a^2 - r'^2_1}} \int_0^\pi \frac{r_1 - r'_1 \cos\varphi}{r^2_1 + r'^2_1 - 2r_1 r'_1 \cos\varphi} d\varphi$$

$$-\frac{2\omega^2 w_0}{\pi^2 \Omega^2} \int_{r_1}^a \frac{r'_1 \, dr'_1}{\sqrt{a^2 - r'^2_1}} \int_0^\pi \frac{r_1 - r'_1 \cos\varphi}{r^2_1 + r'^2_1 - 2r_1 r'_1 \cos\varphi} d\varphi:$$

il secondo integrale è nullo: quanto al primo, si osservi che

$$\int_0^{\pi} \frac{r_1 - r'_1 \cos\varphi}{r^2_1 + r'^2_1 - 2r_1 r'_1 \cos\varphi} d\varphi = \frac{\pi}{r_1};$$

quindi

$$\mathrm{U}(r_1) = -\frac{2\omega^2 w_0}{\pi\Omega^2} \frac{a - \sqrt{a^2 - r^2_1}}{r_1}. \tag{78}$$

Se invece il punto fosse esterno al disco, si avrebbe semplicemente

$$\mathrm{U}(r_1) = -\frac{2\omega^2 w_0}{\pi\Omega^2} \frac{a}{r_1}. \tag{79}$$

Non val la pena di procedere ad ulteriori particolari intorno a questo caso, che è puramente ideale. Per quanto poco sia deformabile il corpo sovrapposto al piano $z_1 = 0$, i punti di esso situati verso il margine della base d'appoggio si sposteranno sempre tanto, che la N non vi diventi infinita, come avviene invece nel caso attuale (v. la eq. 76): naturalmente la base d'appoggio non potrà più essere piana dopo la deformazione.

Se la legge degli spostamenti w, entro la base d'appoggio, fosse la parabolica

$$w(r_1) = w_0 - \frac{(w_0 - w_a)\, r^2_1}{a^2}, \tag{80}$$

si troverebbe

$$\mathrm{N}(r_1) = \frac{4\rho\omega^2(\Omega^2 - \omega^2)}{\pi\Omega^2} \frac{w_0 + 2(w_0 - w_a)\left(1 - \frac{2r^2_1}{a^2}\right)}{\sqrt{a^2 - r^2_1}},$$

che non diventa più infinitamente grande per $r_1 = a$, se $w_0 = 2w_a$; anzi, poichè allora

$$\mathrm{N}(r_1) = \frac{8\rho\omega^2(\Omega^2 - \omega^2)}{\pi\Omega^2} \frac{w_0 \sqrt{a^2 - r^2_1}}{a^2}, \tag{81}$$

N si annullerebbe al contorno. La legge (80) per gli spostamenti w e la (81) per la distribuzione delle pressioni dev'essere sensibilmente verificata, quando il corpo appoggiato al piano $z_1 = 0$ essendo esso pure deformabile, il punto O di contatto avanti la deformazione sia un ombilico della superficie che limita il corpo stesso, purchè s'intenda sollecitato da un sistema di forze riducibile ad una risultante unica P agente secondo la perpendicolare in O al piano $z_1 = 0$. Dopo la deformazione il contatto tra il corpo ed il piano avverrà secondo un piccolo circolo col centro in O e di raggio tale, che la depressione w_0 in O sia prossimamente doppia di quella che ha luogo alla periferia. La grandezza di w_0 e l'estensione del contatto dipenderanno dalla grandezza di P e dalla natura del corpo che si appoggia sul piano $z_1 = 0$. Tra P, w_0 ed a passa evidentemente la relazione

$$\mathrm{P} = 2\pi \int_0^a \mathrm{N}(r_1)\, r_1\, dr_1 = \frac{16\rho\omega^2(\Omega^2 - \omega^2)}{3\Omega^2} a w_0,$$

quindi

$$w_0 = \frac{\Omega^2}{8\rho\omega^2(\Omega^2 - \omega^2)} \cdot \frac{3\mathrm{P}}{2a}.$$

Se il corpo, come nel caso precedentemente discusso, fosse rigido per una medesima forza P ed una medesima estensione di contatto, la depressione w'_0 sarebbe

$$w'_0 = \frac{\Omega^2}{8\rho\omega^2(\Omega^2-\omega^2)} \cdot \frac{P}{a},$$

quindi $w_0 = \frac{3w'_0}{2}$; ed era da aspettarsi che w_0 dovesse riuscire maggiore di w'_0.

Nel piano $z_1=0$, ed all' esterno del disco i valori di $w(r_1)$ saranno dati da (v.le eq. 74)

$$w(r_1) = \frac{4w_0}{\pi^2 a^2} \int_0^a r'_1 \sqrt{a^2-r'^2_1}\, dr'_1 \int_0^\pi \frac{d\varphi}{\sqrt{r'^2_1+r^2_1-2r_1 r'_1 \cos\varphi}};$$

espressione che si riduce a forma finita, osservando che la derivata rispetto ad a di $\frac{a^2 w(r_1)}{2}$ divisa per a coincide precisamente colla funzione $w(r_1)$ definita dalla (77). Pertanto si avrà nel nostro caso

$$w(r_1) = \frac{2w_0}{\pi} \left\{ \text{arc sen} \frac{a}{r_1} + \frac{1}{2} \left(\sqrt{\frac{r^2_1}{a^2}-1} - \frac{r^2_1}{a^2} \text{arc sen} \frac{a}{r_1} \right) \right\} \tag{82}$$

che per $r_1=a$ ci dà $w(a) = \frac{w_0}{2}$. Per $r_1=\infty$, il $w(r_1)$ si presenta sotto forma indeterminata, ma colle note regole possiamo accertarci che il limite di $w(r_1)$ per $r_1=\infty$ è uguale a zero. Dalla (82) si ricava ancora

$$\frac{\partial w(r_1)}{\partial r_1} = \frac{2w_0}{\pi} \left(\sqrt{1-\frac{a^2}{r^2_1}} - \frac{r_1}{a} \text{arc sen} \frac{a}{r_1} \right) \tag{83}$$

che per $r_1=a$ diventa uguale a $-\frac{w_0}{a}$, uguale cioè al valore che per $r_1=a$ prende la $\frac{\partial w(r_1)}{\partial r_1}$ dedotta dalla (80), ove sia $w_a = \frac{w_0}{2}$; cioè a dire, la curva parabolica (80) e la curva trascendente (82) si continuano l' una nell'altra e nel punto d' unione hanno anche la tangente comune.

Pei valori di U, procedendo come nel caso precedente, si trova, se $r_1 < a$

$$U(r_1) = -\frac{8\omega^2 w_0}{3\pi\Omega^2} \frac{a - \frac{(a^2-r^2_1)^{\frac{3}{2}}}{a^2}}{r_1}; \tag{84}$$

se invece $r_1 > a$

$$U(r_1) = -\frac{8\omega^2}{3\pi\Omega^2} \cdot \frac{aw_0}{r_1}. \tag{85}$$

Correzioni alla Memoria dello stesso Autore inserta nel t. VIII della serie 3ª, pp. 361-389, dal titolo: *Sulle vibrazioni de' corpi elastici isotropi.*

I numeri compresi entro [ ] si riferiscono esclusivamente agli esemplari separati della Memoria.

pag.	lin.	ERRORI	CORREZIONI
361 [3]	33 [29]	VI, VII	VII, VIII
362 [4]	24	$\frac{\partial u}{dz}$	$\frac{\partial u}{\partial z}$
363 [5]	5	$\frac{\partial u'}{\partial z}$	$\frac{\partial w}{\partial z}$
» »	25	$\int\left(u\frac{\partial^2}{\partial t^2}\frac{\partial}{\partial x}\frac{F}{R}\ldots\right)dS'$	$\int_{S'}\left(u\frac{\partial^2}{\partial t^2}\frac{\partial}{\partial x}\frac{F}{R}\ldots\right)dS'$
366 [8]	9	$\frac{\partial}{\partial_z}\frac{F}{R}$	$\frac{\partial}{\partial z}\frac{F}{R}$
368 [10]	10	$\int_0 dt\int_S\left(u\frac{\partial^2}{dt^2}\frac{\partial}{\partial x}\frac{F}{R}\ldots\right)dS$ . .	$\int_0^T dt\int_S\left(u\frac{\partial^2}{\partial t^2}\frac{\partial}{\partial x}\frac{F}{R}\ldots\right)dS$
372 [14]	3	$\left(\frac{\partial u}{\partial y}-\frac{\partial v}{\partial x}\right)\frac{dx}{dR}$	$\left(\frac{\partial u}{\partial y}-\frac{\partial v}{\partial x}\right)\frac{dz}{dR}$
373 [15]	13	ambi	ambo
374 [16]	3	spostamentl	spostamenti
375 [17]	12	$\omega^2\int_{s_1}\Big\{\ldots\Big\}_{t=t'-\frac{R}{\omega}} ds_2$	$\omega^2\int_{s_2}\Big\{\ldots\Big\}_{t=t'-\frac{R}{\omega}} ds_2$
376 [18]	9	delle	dalle
» »		*ai secondi membri dell' eq.* (21) *aggiungere rispettivamente* . .	X, Y, Z
377 [19]	8	U	u
382 [24]		*in calce aggiungere come nota alle eq.* (29) *l' osservazione seguente*: Si intende che gli integrali de' secondi membri vogliono essere estesi a tutto lo spazio.	
383 [25]	9	$u'_1,\ v'_1,\ w'_1$	$u',\ v',\ w'$
384 [26]	8	secondo col	seguendo il
» »	11	$\frac{\partial\varpi_2^{(2)}}{\partial z}-\frac{\partial\varpi_3^{(3)}}{\partial y}$	$\frac{\partial\varpi_2^{(1)}}{\partial z}-\frac{\partial\varpi_3^{(1)}}{\partial y}$
388 [30]	5	$\varphi_1(R)\,dR\,d\Sigma$	$\varphi_1(R)\,dR\,d\Sigma\,dt$

Alcuni istrumenti per proiezioni di scuola.

Nota di GIOVANNI CAMPBELL

approvata per la stampa negli Atti dell'Accademia
nella seduta del 25 giugno 1882.

(con una tavola)

Il problema di dimostrare sperimentalmente i teoremi più importanti della fisica ad un uditorio numeroso, senza limitarsi alle sperienze comuni, è stato ed è tuttora oggetto di molte prove e riforme. Per le dimostrazioni richieste al corso di fisica sperimentale nella r. Università di Roma, ho eseguito per incarico avutone dal prof. Blaserna, un certo numero di istrumenti, che credo risolvano bene il problema, di mostrare cioè esperienze delicate in modo molto chiaro e visibile. Mi permetto quindi di esporre alla r. Accademia alcuni di questi istrumenti, colla speranza che anche in altre Università possano essere trovati convenienti.

Galvanometro universale.

Ad onta delle svariate foggie che sono state immaginate per i galvanometri di scuola, pure risentimmo il bisogno d'un galvanometro, che in qualunque locale si potesse applicare a tutti i casi. Diretti a questo fine tentammo e con successo, la combinazione degli aghi astatici alle spire mobili di Wiedemann e al principio dello specchio. Era inoltre necessario di poter variare la posizione dello specchio, e per conseguenza anche quella della sua custodia riguardo a quella già data dal meridiano magnetico, per potersi servire a preferenza per le proiezioni del raggio solare, il quale sia nei diversi locali, sia da finestre diverse, potrà essere inviato dall'eliostata in direzioni diverse. Occorreva ingrandire lo specchio il più possibile, affinchè in mancanza del raggio solare un' altra sorgente di luce, perfino un becco a gas potesse sostituirlo, senza che si avesse a ricorrere ad un eccessivo oscuramento della sala. Però ad un soverchio ingrandimento dello specchio si opponeva l'aumento del suo peso e per conseguenza l'insensibilità dell' istrumento, e fu per la stessa ragione, che anche il sistema astatico dovette essere tenuto leggerissimo. Fu dotato l'istrumento di quattro coppie di spire e di un ago semplice di ricambio, materiale sufficiente per tutte le esperienze da farsi nel corso dell'anno. Infine per semplificare vieppiù l'installamento dell'istrumento al suo posto, vi fu aggiunto uno zoccolo, nel centro del quale, all'altezza del raggio solare orizzontalmente incidente, si trova un foro circolare diviso da un filo metallico, la di cui immagine dopo successive riflessioni giunge sopra una graduazione trasparente per funzionare da indice.

Ciò posto, A nella fig. annessa è lo zoccolo dell' istrumento aperto nella parte

posteriore e col traforo *B* sotto il centro del galvanometro, *C* la base dell'istrumento con le sue viti per livellarlo. *D* la custodia dello specchio, chiusa da due lastre di vetro infilate a *coulisse*, di cui l'anteriore è inclinata alquanto all'indietro per impedire la sopraposizione delle due immagini riflesse dallo specchio e dalla lastra stessa. *E* lo specchio, di una superficie di 30 centim. quadrati, dello spessore di mm. 0,25 e del peso di gr. 1,50. Esso è appeso per mezzo d'un doppio uncino al prolungamento inferiore della sospensione degli aghi, ed a cagione della sua grandezza e leggerezza frena potentemente le oscillazioni. *F* la sospensione del sistema astatico, lavorata da un pezzo di aluminio. Le due sporgenze sulle quali è appeso lo specchio, sono saldate sopra un cilindretto di ottone, di modo che girando questo sull'asse della sospensione, fa sì che lo specchio possa prendere una posizione qualunque. Ognuno degli aghi è composto di tre pezzetti di finissima molla di orologio, separati da carta paraffinata. Aghi e sospensione insieme pesano gr. 0,70. *G* un disco di ottone fisso sulla custodia dello specchio, con un foro conico nel centro, che serve di sostegno ad *H*, base della custodia delle spire e degli aghi, la quale per mezzo d'un perno conico e forato, può girare sopra il disco per 90°. Per fissare le due custodie una rispetto all'altra in una posizione voluta, servono le due viti di pressione *I*, che scorrono in due quadranti tagliati alternativamente nella periferia del disco *G*. *L* le spire mobili, piantate sopra ebanite, scorrevoli a *coulisse* in un solco longitudinale praticato in *H*, sono guidate da due liste di ottone *l* che in pari tempo funzionano da conduttori alla corrente dai serrafili *M* alle spire. La custodia *N* è tenuta ferma sulla sua base da quattro viti a testa eccentrica e le due fiancate sono chiuse da lastre di vetro *n* infilate a *coulisse* per facilitare il rapido ricambio delle spire.

Il modo di funzionare è il seguente: Il raggio inviato dall'eliostata s'infiltra a traverso il foro praticato nello zoccolo, incontra uno specchio concavo di cent. 30 di distanza focale e viene da questo concentrato sullo specchio del galvanometro, che lo rinvia su una graduazione trasparente a 4 metri di distanza e a metri 2,70 dal suolo, collocata fra il galvanometro e l'uditorio. La graduazione collo zero nel mezzo è prolungata da ogni lato con 60 divisioni equidistanti cent. 2 una dall'altra, d'onde risulta che le deviazioni dell'ago non sorpassano i 15° di arco. In mancanza di sole vi si può facilmente sostituire una luce artificiale, come per es. una lampada elettrica, un becco Regnard, un becco a gas. L'immagine di un filo nero in mezzo ad un campo illuminato si proietta col mezzo d'una lente a foco lungo dallo specchio sulla scala.

La scelta delle quattro coppie di spire e degli aghi per le diverse esperienze è la seguente:

I. Un giro e mezzo di filo del diametro di mm. 3 a ciascun lato dell'ago astatico, lo adottiamo per graduare il galvanometro stesso, e se si sostituisce all'ago astatico l'ago semplice di ricambio, ci serve per misurare la forza elettromotrice, per dimostrare le correnti di polarizzazione, la misura delle resistenze esterne ed interne d'un circuito, la legge d'Ohm, l'influenza della temperatura sulla conducibilità dei solidi e liquidi ecc.

II. Trentasei giri di filo grosso mm. 1,5 per spira insieme all'ago astatico, per

tutte le dimostrazioni sulle correnti termoelettriche, per es. per mostrare la distribuzione del calore nella parte ultrarossa dello spettro, per le esperienze sulle correnti d'induzione, compresovi quelle di due fili rettilinei, quella delle correnti telluriche nel cerchio di Delezeune e nelle esperienze di Faraday ecc.

III. Trecento giri di filo di mm. 0,5 per spira ed un solo ago, permettono di ripetere l'esperienza di Edlund sull'estracorrente; la combinazione coll'ago astatico si presta all'analisi d'un telefono.

IV. Mille giri di filo di mm. 0,12 per spira, tutto bene isolato, s'adattano insieme all'ago astatico per dimostrare la deviazione dell'ago cagionata dalle scariche delle macchine elettriche, la maggiore conducibilità del selenio esposto alla luce, le correnti fisiologiche ecc.

In tutti questi casi, le due spire, ora sono ravvicinate tanto che si toccano, ora allontanate più o meno, ora si fanno agire per somma, ora per differenza. In ogni modo vi è largo margine per agevolare le deviazioni dell'ago affinchè non siano nè troppo grandi nè troppo piccole, e possano essere veduti comodamente da un uditorio numeroso anche i fenomeni più deboli.

Pendolo di Foucault.

La dimostrazione data da Léon Foucault in appoggio della rotazione della terra intorno al suo asse, mediante l'apparente spostamento del piano di oscillazione del pendolo, si riproduce obbiettivamente molto bene, e permette già dopo pochi minuti di poterne misurare lo spostamento avvenuto.

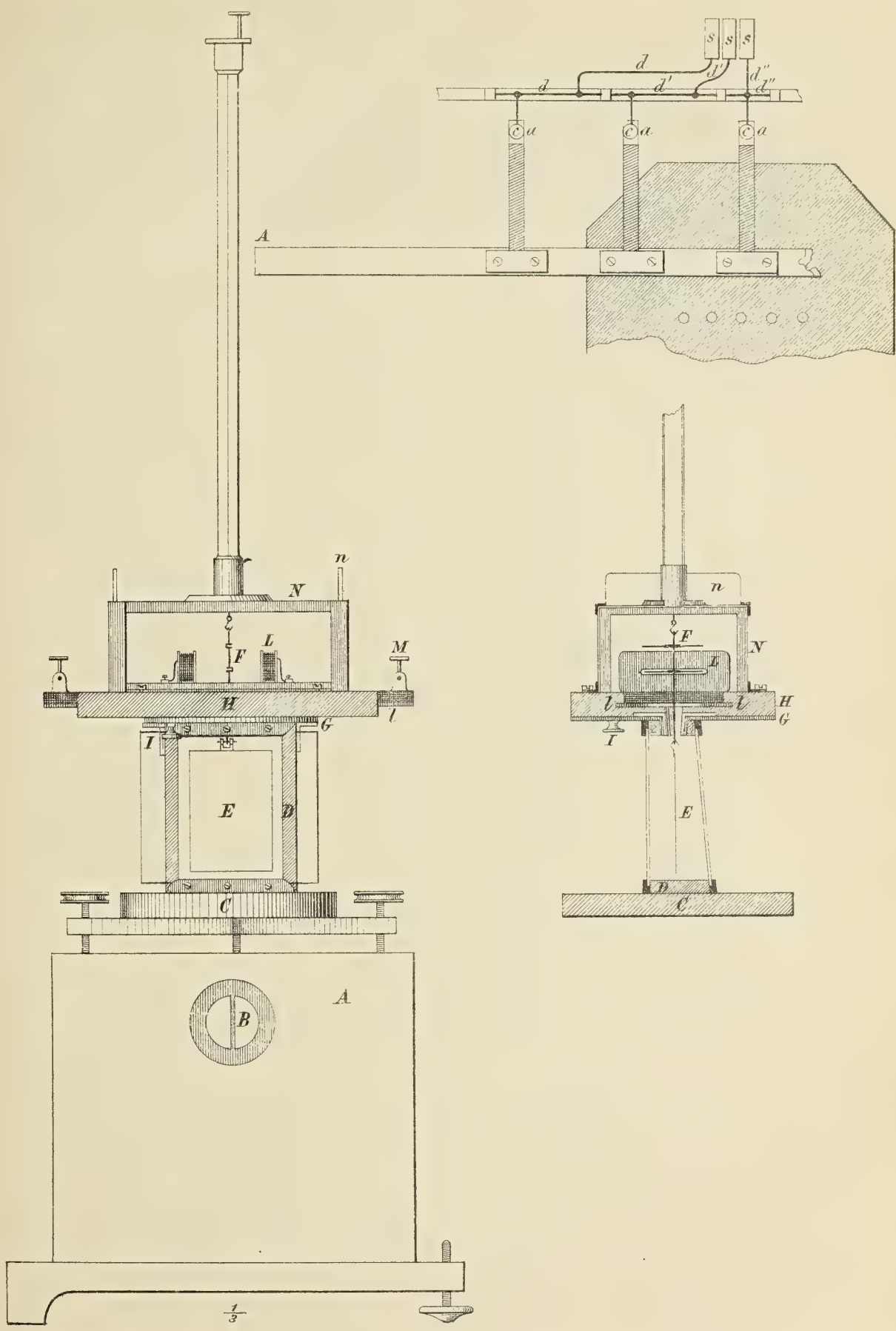
A tale scopo fu fissato al luogo della solita punta del pendolo, un cilindretto di acciaio terminato in cono e bene magnetizzato. Immediatamente sotto questo magnete a mm. 5 di distanza si trova un tubicino di vetro a pareti molto sottili, mobile e sospeso mediante un cappelletto di agata. Esso è lungo cent. 27, del diametro di mm. 2,5, e ripieno di polvere di ferro ridotto col mezzo dell'idrogeno. La sospensione deve essere fatta in modo, che l'apparecchio sia leggero, e stia in equilibrio stabile a guisa di un ago magnetico; il che diviene più facile, visto che sotto l'ago nella parte centrale, vi pende uno specchio ad esso solidamente congiunto. Il tutto è coperto da una custodia di vetro a coperchio mobile.

Ciò posto, prima cura sia di mettere il centro del tubo esattamente sotto la punta del pendolo in riposo, il che richiede qualche attenzione. Poi si devia il pendolo dalla verticale in direzione della lunghezza del tubo, non tanto però da sorpassarlo, e lo si lega. Quando tutto è bene fermo, si fa oscillare il pendolo bruciando come al solito il filo, e si osserva, se l'immagine di un indice proiettata da una lente sullo specchio del tubo e da questo rimandato sopra una scala grande che esprime gradi, faccia delle oscillazioni. Generalmente ciò accadrà, ed allora con piccolissimi movimenti che si fanno fare a tutte l'apparecchio sottostante, si tenta di farli diminuire, e finalmente farli cessare del tutto. Ciò fatto si osserva lo spostamento successivo dell'immagine sulla scala, e dopo pochi minuti l'indice avrà percorso sulla scala il doppio numero di gradi corrispondenti al luogo, in ragione della latitudine geografica. Dopo un quarto d'ora lo spostamento dell'immagine è talmente visibile, che lo si determina facilmente anche a grande distanza.

Conducibilità del calore nelle sbarre metalliche.

Siccome la scala di un termometro poco si presta alla proiezione, per dimostrare l'esperienza di Despretz sono ricorso alla disposizione seguente. Mi servo di termometri metallici di platino e zinco saldati insieme colla precauzione di averne spremuto fuori tutto lo stagno eccessivo alla saldatura. A tal uopo si stringono le laminette fortemente sotto una pressa fra un blocco di metallo molto caldo ed un pezzo di legno duro. Queste laminette si riducono a striscioline di mm. 7 di larghezza su 80 di lunghezza e non sorpassano lo spessore di mm. 0,5; si attaccano per mezzo di una lastra metallica e due viti a eguali distanze sulla sbarra della quale si tratta di determinare la conducibilità, nel modo indicato dalla figura dove è rappresentata soltanto metà dell'asta con tre sole striscioline. Le loro estremità libere *a*, sono ripiegate un poco all'indietro e vi poggiano sopra col mezzo di viti a correzione *c*, leve, le di cui forme si rilevano dalla figura. Queste leve portano alla loro estremità libera degli specchietti *s*, e che con questa disposizione vengono ad essere molto ravvicinati. Il raggio solare incidente incontra in vicinanza della sbarra un diaframma con cinque forellini posti orizzontalmente e ad intervalli eguali. Uno specchio concavo raccoglie questi cinque fasci luminosi ad una distanza maggiore del suo foco e li rimanda separati, ognuno sopra il rispettivo specchietto, dai quali infine vengono riflessi sopra uno scranno. Facilmente riesce ora di pòrtare col mezzo delle viti *c* i cinque dischetti luminosi sullo scranno tutti in una linea orizzontale e girando un poco i specchietti sull'asse, di separarli a distanze eguali e sufficientemente grandi l'una dall'altra.

Aggiustato così l'istrumento si riscalda una estremità della sbarra *A*, immergendola nell'acqua bollente e proteggendo il resto della sbarra dall'irradazione col mezzo di apposito scranno a doppia parete. Il calore si comunica lentamente attraverso la sbarra e riscalda successivamente i termometri metallici, i quali s'incurvano in avanti e inclinano gli specchi. Le immagini dei cinque forellini si spostano successivamente e formano una linea curva molto marcata tanto per il periodo variabile quanto per l'equilibrio calorifico definitivo della sbarra a seconda delle leggi di Fourier e di Despretz.

s
s
s
d
d
d'
d'
d''
d''
a
a
a
A
n
N
L
F
M
H
l
G
I
E
D
C
A
B
1/3
n
F
N
L
l
l
H
G
I
E
D
C

Studî sul potere rotatorio dispersivo delle sostanze organiche.

Memoria del dott. RAFFAELE NASINI

approvata per la stampa negli Atti dell'Accademia
nella seduta del 7 maggio 1882.

Sul potere rotatorio dispersivo delle sostanze attive non esistono che pochi lavori e questi assai incompleti. E veramente lasciando da parte le sostanze che possiedono il potere rotatorio soltanto quando sono cristallizzate, molte delle quali sono state studiate sotto ogni aspetto, e venendo a quelle sostanze organiche che sono attive allo stato amorfo, noi non troviamo nella letteratura altri lavori completi che quelli sull'acido tartarico, il quale acido dopo le ricerche di Biot, di Gernez, di Krecke, di Arndsten si può ritenere come perfettamente studiato. — E non è a dirsi che il soggetto mancasse di interesse. Prima di tutto era da provarsi rigorosamente se per le sostanze organiche si mantenevano tra i poteri rotatorî specifici e le respettive lunghezze d'onda dei diversi raggi quelle relazioni che erano state stabilite pel quarzo, date come probabili per altre poche sostanze per le quali si era osservato un modo di dispersione approssimativamente analogo. Dal lato chimico poi era da vedersi se il potere rotatorio dispersivo variava con la concentrazione delle soluzioni e, nel caso, in che modo variava: quale influenza esercitava il solvente, vale a dire se, trattandosi di un solvente che induceva variazioni nel potere rotatorio specifico, veniva anche a variare il potere dispersivo, ovvero se si manteneva questo costante in modo da potersi prendere questo a preferenza di quello come distintivo caratteristico del corpo indipendente e dalla concentrazione delle soluzioni e dalla natura del solvente medesimo. Ed altra importante questione è quella di vedere se i composti organici dotati di analogie chimiche hanno potere dispersivo uguale: giacchè se per una data serie di sostanze isomere od omologhe per es. il potere dispersivo non si mantiene costante è quasi inutile volere stabilire, come più volte si è tentato, delle relazioni fra il potere rotatorio molecolare e la costituzione dei composti del carbonio. Altre questioni pure vi sarebbero: la influenza della temperatura, la influenza dello stato fisico del corpo ecc. Alcune di queste questioni furono studiate ma, ripeto, soltanto per l'acido tartarico il quale, per le anomalie che offre, si è ritenuto e si ritiene tuttora come una eccezione.

Scopo del mio lavoro è appunto di dare un contributo per colmare questa lacuna. Io mi sono proposto di studiare il potere rotatorio dispersivo di alcuni dei numerosi derivati santonici per indagare: 1° se per queste sostanze fra il potere rotatorio specifico e la lunghezza d'onda dei diversi raggi esistono le stesse relazioni che sono state stabilite pel quarzo e per altri composti cristallizzati (jodato e

perjodato di sodio ecc.); 2° se la natura del solvente e la concentrazione delle soluzioni fanno variare il potere rotatorio dispersivo nel modo stesso che fanno variare il potere rotatorio specifico; 3° se le santonine isomere, gli eteri dell'acido parasantonico e santonico hanno lo stesso potere dispersivo. Alcune relazioni tra i poteri rotatorî molecolari di questi corpi, determinati rispetto alla riga D, già sono state stabilite da Carnelutti e da me [1]; 4° se gli eteri allilico e propilico sia dell'acido santonico che parasantonico hanno lo stesso potere rotatorio molecolare. Carnelutti ed io trovammo che presso a poco il potere rotatorio molecolare è uguale, ma però sempre un po' inferiore quello del composto allilico. La differenza però è così piccola che può benissimo essere attribuita ad errori di osservazione. Esperimentando con raggi di una refrangibilità maggiore del giallo è chiaro che, se una differenza esiste, essa deve rendersi più palese e quindi la questione può esser decisa.

Non credo inutile di accennare, più brevemente che mi sarà possibile, a qual punto sieno attualmente le questioni che riguardano il potere rotatorio dispersivo.

Arago nel 1811 trovò che il quarzo deviava il piano della luce polarizzata e che la deviazione non è la stessa per tutti i raggi. Due anni più tardi Biot scoprì lo stesso fatto e notò anche che, pel quarzo, le deviazioni sono con grande approssimazione inversamente proporzionali al quadrato della lunghezza d'onda del raggio. Quando poi Biot trovò che la proprietà di deviare il piano della luce polarizzata era posseduta anche da molte sostanze organiche, trovò anche che la maggior parte ubbidiva a questa medesima legge rispetto ai raggi di diverso colore [2]. Una sostanza peraltro gli si presentò subito la quale veniva a costituire un' eccezione notevolissima, voglio dire l'acido tartarico. Questo acido sciolto nell'acqua offre anomalie grandi nel modo di dispersione, perchè le soluzioni secondo che sono più o meno concentrate dànno un massimo di deviazione o nel bleu o nel verde o nel giallo od anche, per soluzioni molto concentrate, nel rosso. Per soluzioni molto concentrate poi, quando il massimo di deviazione si ha nel rosso, la deviazione pel bleu si effettua a sinistra invece che a destra. La legge dell'inversa del quadrato della lunghezza d'onda evidentemente non bastava più ad esprimere il fenomeno. Fu allora che Biot richiese Cauchy di studiare il problema per trarre dal calcolo la spiegazione e le leggi del fenomeno [3]. Le conclusioni della Memoria di Cauchy furono queste: che in qualche caso sussisterà la legge di Biot, cioè si avrà la deviazione proporzionale all'inversa del quadrato della lunghezza d'onda ossia

$$\left[\alpha\right]_\lambda = \frac{A}{\lambda^2}$$

ma in molti altri casi, nel caso più generale, questa legge non è che una prima approssimazione e le variazioni di $[\alpha]$ saranno espresse da

$$\left[\alpha\right]_\lambda = \frac{A}{\lambda^2} + \frac{B}{\lambda^4} + \frac{C}{\lambda^6} + \ldots$$

(1) *Studî sul potere rotatorio dei derivati della Santonina* di G. Carnelutti e R. Nasini. — Gazzetta chimica italiana t. X, pag. 256. — Atti della r. Acc. dei Lincei, vol. V, serie 3.ª

(2) Ann. de Physique et de Chimie, 3ᵉ, pag. 175.

(3) Comptes rendus de l'Académie des sciences, t. XV, pag. 910.

serie di cui saranno necessarî due o più termini a seconda dei casi. Cauchy fece anche i calcoli relativi all'acido tartarico e trovò che una formula con due costanti arbitrarie, di cui una negativa, esprime benissimo il fenomeno. Ho insistito su questo punto perchè interessa assai la storia della chimica fisica: in tutti i trattati, in molte Memorie si attribuisce a Cauchy una formula

$$\left[\alpha\right]_\lambda = A + \frac{B}{\lambda^2} + \frac{C}{\lambda^4} + \ldots$$

identica a quella da lui proposta per rappresentare i fenomeni della dispersione piana e si dimostra, come diremo, che tale formula non si accorda coi resultati delle esperienze. Ora Cauchy non ha proposto mai questa formula sibbene l'altra scritta di sopra e che le ultime ricerche hanno confermato come giusta. Cito le parole di Cauchy « se si moltiplicano gli indici di rotazione relativi ai diversi colori « per i quadrati delle lunghezze d'onda corrispondenti, le differenze fra i prodotti « così ottenuti saranno prossimamente tra loro come le differenze tra i quadrati « dei numeri reciprocamente proporzionali alle lunghezze d'onda » ([1]). Avremo cioè la seguente relazione

$$\frac{\left[\alpha\right]_{\lambda_2} \lambda_2^2 - \left[\alpha\right]_{\lambda_1} \lambda_1^2}{\frac{1}{\lambda^2_2} - \frac{1}{\lambda^2_1}} = \text{cost.}$$

la quale non può sussistere se non quando si abbia:

$$\left[\alpha\right]_\lambda = \frac{A}{\lambda^2} + \frac{B}{\lambda^4} + \ldots.$$

Ad ogni modo pare che della formula di Cauchy si occupassero pochi giacchè nessuno si curò di vedere se la formula da lui proposta soddisfaceva o no e invece si seguitò a discutere sulla antica formula di Biot. La qual formula si dimostrò che non serviva nemmeno a rappresentare la dispersione del quarzo ove si fossero fatte misure molto esatte. G. Wiedemann poi trovò che per l'olio di trementina e di cedro non era affatto applicabile, la dispersione essendo molto più rapida ([2]). Arndsten dal canto suo giunse alle medesime conclusioni rispetto allo zucchero di canna ([3]). Nel 1863 V. v. Lang attribuendo falsamente a Cauchy la formula

$$\left[\alpha\right]_\lambda = A + \frac{B}{\lambda^2}$$

cercò se questa poteva rappresentare bene i fenomeni della dispersione nel quarzo. Calcolò i resultati col metodo dei minimi quadrati e trovò che l'accordo fra il calcolo e l'esperienza era soddisfacente per i raggi di media refrangibilità, ma per le righe B e G si avevano differenze un po' troppo forti e tali che non permettevano di ritenere il fenomeno come esattamente espresso da quella formula ([4]). Boltzmann

([1]) Comptes rendus etc. t. XV, pag. 1076.

([2]) Poggendorff's Annalen, **82**, 215.

([3]) Ann. de Physique etc. 3e, **54**, 403.

([4]) Pogg. Ann. **119**, 74. — Vedi anche Stefan (Wien. Ber. L, 88) il quale applicò la formula di v. Lang anche allo zucchero di canna di cui determinò nuovamente la dispersione.

nel 1874 [1], fondandosi sulla ipotesi che per un raggio di lunghezza d'onda infinita la rotazione del piano della luce polarizzata dovrebbe essere nulla, propose nuovamente la formula di Cauchy

$$\left[\alpha\right]_\lambda = \frac{A}{\lambda^2} + \frac{B}{\lambda^4} + \dots$$

e, limitandosi al quarzo, calcolò i resultati delle esperienze col metodo dei minimi quadrati e trovò che questa formula si accorda in modo mirabile colla esperienza. Egli esperimentò rispetto alle righe B C D E F G H e trovò che la differenza tra i resultati calcolati ed i trovati non eccedeva mai 0,05 colla formula da lui adottata, mentre saliva sino a 0,4 adoprando l'altra formula che contiene pure ugualmente due costanti arbitrarie. Le ricerche di Soret e Sarasin [2], che studiarono il potere rotatorio del quarzo anche per le righe k H_1 L M N per mezzo dell'oculare fluorescente inventato da Soret, dimostrarono che la formula di Cauchy-Boltzmann esprimeva esattamente il fenomeno anche per la parte più oscura dello spettro. Pel quarzo quindi non vi ha dubbio che questa formula con due costanti arbitrarie rappresenta con sufficiente esattezza la dispersione. Servirà ugualmente bene per le altre sostanze organiche? Certamente per alcune, le uniche studiate un po' meglio, le quali hanno un potere dispersivo o identico o poco differente da quello del quarzo, sembra quasi inutile di fare i calcoli: così per lo zucchero di canna, l'olio di trementina, l'acido colalico: ma per altre sostanze dotate di un potere dispersivo molto energico, come la canfora ad esempio, incompletamente studiata da Arndsten, o di un potere dispersivo anomalo come l'acido tartarico e forse l'acido malico e alcuni malati [3], una conferma esperimentale di quella formula non mi è sembrata inutile, non fosse altro allo scopo di vedere se, pure servendo la formula di Cauchy ad esprimere il fenomeno, bastano per sostanze dotate di grande potere dispersivo, come i due isomeri della santonina la santonide e la parasantonide, due sole costanti arbitrarie oppure ne sono necessarie di più.

Per quel che riguarda lo studio del potere rotatorio dispersivo di una sostanza sciolta in varî solventi e in un medesimo solvente in varia proporzione non vi è si può dire nulla di fatto se si eccettua al solito l'acido tartarico. Si è trovato per questo acido, come ho detto, una dispersione normale per soluzioni diluite (acqua 90, acido 10), anormale per soluzioni di concentrazione più forte: per soluzioni al 50 % il massimo di deviazione è per la riga F; per soluzioni al 70 % il massimo è per la riga D e si ha deviazione a sinistra per la linea e [4]; per una soluzione concentratissima (90 %) si ha un massimo di potere rotatorio positivo nel rosso, si ha poi diminuzione progressiva andando verso il violetto sino a che la deviazione passa a sinistra per la linea F e cresce poi sempre a sinistra per la

(1) Pogg. Ann. Jubelband.

(2) Archives des sciences physiques etc. Nouvelle période, **54**, 253.

(3) Quanto al potere dispersivo dell'acido malico non vi è che una esperienza di Arndsten, la quale veramente ha poco valore. Egli esperimentò soltanto sopra una soluzione concentratissima (cosicchè le deviazioni si avevano tutte a destra) e fortemente colorata in giallo. Io ho già intrapreso delle esperienze in proposito e spero di poterle presto pubblicare.

(4) La riga e è situata tra la F e la G, molto vicino alla G.

linea *e*. Arndsten, a cui si debbono queste esperienze, trovò anche che, in soluzione alcoolica (alcool assoluto), l'acido tartarico si comporta come nelle soluzioni acquose concentratissime, ossia come se l'acqua non ci fosse ([1]). E finalmente Biot trovò che l'acido tartarico fuso e lasciato raffreddare si comporta appunto in quel modo che l'andamento del fenomeno nelle soluzioni acquose faceva prevedere ove, nelle formule che lo rappresentano, si fosse supposta la quantità di acqua $= 0$ ([2]). Ed è questa cosa assai notevole giacchè cade di per sè l'ipotesi data da molti trattati che le anomalie nella dispersione sieno causate da combinazioni dell'acido tartarico coll'acqua: cosa notevole poi perchè l'acido tartarico fondendosi si trasforma in un isomero, l'acido metatartarico. Krecke ([3]), studiando l'influenza della temperatura sulle soluzioni di acido tartarico, trovò che a 100° per una soluzione al 40 % si ha rotazione uguale per tutti i raggi ossia non si ha dispersione. Di tutti questi fatti ancora non si è riusciti a dare una spiegazione. Una sola cosa si può dire ed è che l'acido tartarico si comporta in tutto e per tutto come la mescolanza di due sostanze attive, una destrogira, una levogira aventi potere dispersivo differente. Artificialmente Biot riuscì ad ottenere dei mezzi che presentavano tutte le anomalie delle soluzioni d'acido tartarico: massimo di deviazione per un determinato raggio, invertimento di segno pure per un dato raggio e anche nessuna dispersione ([4]). — Eccettuato l'acido tartarico non conosco altre sostanze per le quali si sia studiato l'influenza del solvente e della concentrazione delle soluzioni sul potere dispersivo. Esistono soltanto le ricerche di Arndsten sulla canfora ([5]). Egli studiò delle soluzioni alcooliche la cui concentrazione variava dal 5 al 50 %. Trovò che per ciascun raggio il potere rotatorio specifico variava colla concentrazione delle soluzioni e che le variazioni potevano esprimersi per mezzo di una linea retta. Quanto al potere rotatorio dispersivo notò soltanto che per le soluzioni alcooliche di canfora il rapporto fra le deviazioni osservate pei raggi estremi è molto maggiore di quello che non sia per le soluzioni acquose di zucchero di canna. Ci sono poi le ricerche di Lindenmeyer sulla colesterina che trovò avere lo stesso potere rotatorio per i diversi raggi sia che fosse sciolta nel cloroformio o nell'etere o nel petrolio ([6]): di Hoppe-Seyler che studiò l'acido glicocolico, l'acido colalico, i colalati di sodio e di potassio e il colalato di etile ([7]). Le determinazioni il più spesso non furono fatte che per un solo solvente e per una sola concentrazione: e in queste condizioni sembra che queste sostanze abbiano un potere dispersivo non molto differente da quello del quarzo. — Finalmente non è stato fatto sin qui nessuno studio per indagare se i derivati di una stessa sostanza sciolti nello stesso solvente ecc. abbiano un uguale potere dispersivo.

([1]) Arndsten, loco citato.
([2]) Annales de Physique etc. 3e, **28**, 351.
([3]) Arch. Neerland. **7**, 97.
([4]) Annales de Physique etc. 3e, **36**, 224.
([5]) Loco citato.
([6]) J. f. prakt. Chem. [1], **90**, 323.
([7]) J. f. prakt. Chem. [1], **89**, 257.

Modo di esperimentare.

Il processo che ho seguìto nelle mie ricerche è quello stesso stabilito da Broch [1] e contemporaneamente da Fizeau e Foucault [2] e adottato poi da altri esperimentatori come Wiedemann, Hoppe-Seyler, Arndsten. Come sorgente luminosa mi ha sempre servito la luce solare che per mezzo di un eliostato faceva riflettere in una camera oscura a traverso di un'apertura circolare abbastanza grande. Un sistema di lenti mi permetteva di concentrare tutta la luce in un fascio parallelo che andava a cadere sopra un nicol fisso, il nicol fisso di un apparecchio di Mitscherlich. L'altro nicol mobile che, come si sa, è unito a un indice che scorre sopra un cerchio graduato poteva anche farsi girare, mediante una vite, indipendentemente dall'indice [3]. Di contro al secondo nicol stava la fessura di uno spettroscopio costruito da Duboscq col quale si può vedere doppia la riga del sodio. Nel cannocchiale dello spettroscopio in luogo dei fili incrociati feci porre due fili verticali paralleli, disposizione questa molto più adatta per queste esperienze come più sotto dirò. Quando sul passaggio della luce polarizzata non vi è nessuna sostanza attiva, guardando nello spettroscopio si vede al solito lo spettro con le righe di Fraunhofer. Ma se si interpone una sostanza attiva si vedono comparire nello spettro una o più bande oscure più o meno ben definite, le quali si spostano collo spostarsi del nicol analizzatore. Questa apparenza è dovuta al fatto che il nicol analizzatore girando estingue appunto quel raggio il cui piano di polarizzazione è perpendicolare al suo. Ne viene per conseguenza che se si fissa una data riga di Fraunhofer facendo in modo che occupi il mezzo del reticolo e si fa poi in modo, girando l'analizzatore, che la banda nera venga pure ad occupare il centro del reticolo, la deviazione notata, supponendo che siasi presa come posizione iniziale quella in cui i due nicol erano incrociati, in cui si aveva oscurità, la deviazione notata corrisponderà appunto alla deviazione della sostanza rispetto a quella data riga. Ho detto che talora si vedono più bande: in generale il numero delle bande è in relazione coll'arco di dispersione; si vedranno tante bande quante semicirconferenze sono nell'arco di dispersione. Anche in questo caso le misure si effettuano nello stesso modo nè vi è alcuna incertezza giacchè sopra una data riga di Fraunhofer non si può far coincidere che una sola determinata banda. Ho detto poi che le bande si vedono più o meno distinte, talora anche non si vede che un'ombra che occupa quasi tutto lo spettro. Ciò può dipendere da varie ragioni. Principalissima è la piccola deviazione: è difficile fare misure esatte quando la deviazione per la riga B non è almeno 10° o a destra o a sinistra: si può rimediare a questo inconveniente interponendo una sostanza attiva che dia una forte deviazione; per differenza si potrà così conoscere la deviazione propria della sostanza. Altre ragioni che, indipendentemente dalla grandezza della deviazione, possono far parere mal definita la banda sono la poca luce, il non essere il fascio luminoso,

[1] Dove's Repertorium d. Physik, 7, 113.

[2] Comptes rendus etc. t. XXI, 1155.

[3] Nell' apparecchio che ha servito per le mie ricerche l' indice non può fare che il giro di mezzo cerchio: ho dovuto quindi far sempre le letture in un solo quadrante.

l'apparecchio a polarizzazione e l'apparecchio spettrale esattamente in una stessa direzione, la poca limpidezza delle soluzioni ecc. Per stabilire lo zero dello istrumento, cioè la posizione in cui le sezioni principali dei due nicol sono incrociate, si può osservare direttamente, per mezzo del cannocchiale unito all'analizzatore, quando si ha oscurità completa o almeno la maggiore oscurità. Io però ho trovato più esatto e più comodo, per non dovere sempre spostare l'insieme degli apparecchi, di osservare la immagine, che passa a traverso del nicol analizzatore, sopra la superficie nera in cui è praticata la fessura dello spettroscopio. Quando i due nicol non sono incrociati si ha una immagine luminosa: se invece i due nicol sono incrociati non si ha più nessuna immagine. Questa posizione l'ho sempre determinata con dieci letture. Lo strumento permette di fare letture coll'approssimazione di 0°,05. Dò qui i risultati ottenuti osservando direttamente il massimo di oscurità ed operando nel modo sopra descritto.

I. 5,1 — 5,05 — 4,95 — 5,2 — 5,1 — 4,95 — 5 — 5,2 — 5,2 — 5. Media 5,07.
Errore medio = 0,11.

II. 5,2 — 5,2 — 5,25 — 5,2 — 5,25 — 5,2 — 5,2 — 5,2 — 5,2 — 5,2. Media 5,21.
Errore medio = 0,02.

Stabilito lo zero dello istrumento, invece di fare molte letture (20 a 30 come si usa) per determinare la deviazione della sostanza rispetto alle diverse righe io ho creduto più utile di non fare che cinque letture per ogni data riga, ma di fare però tre serie di esperienze spostando cioè, mediante la vite indipendente dall'indice, l'analizzatore, determinando l'altra posizione dell'indice in cui i nicol sono incrociati e fare nuovamente cinque letture per ogni riga. Questo sistema ha un vantaggio assai grande: è spesso illusorio di fare venti o trenta letture di seguito: l'occhio si abitua ad una data apparenza, la banda non occupa forse il mezzo del reticolo, ma l'occhio che sbagliò la prima volta, la seconda seguita a sbagliare: si hanno letture concordanti e non esatte. Invece facendo nel modo sopra indicato l'occhio non torna alle stesse apparenze che dopo un intervallo abbastanza lungo, l'osservatore ignora nel momento che fa le letture se esse sono o no concordanti con quelle fatte precedentemente e le cause d'errore personali vengono in gran parte eliminate prendendo la media di tutte le osservazioni. Le righe rispetto alle quali io ho fatto le determinazioni sono le seguenti: B C D E b_1 F λ_{4383} λ_{4226}. La riga λ_{4383} è una riga ben visibile nello spettro situata tra la F e la G vicino a quella dell'idrogeno. Ho stabilito la sua identità osservando: 1° che non era quella dell'idrogeno; 2° misurando colla scala micrometrica la distanza fra la riga G e quella dell'idrogeno e quindi fra quella dell'idrogeno e l'altra da me considerata. E poichè, trattandosi di un piccolissimo tratto dello spettro, si può ritenere che vi sia proporzionalità fra la differenza tra le lunghezze d'onda e la distanza micrometrica così ho potuto trovare la lunghezza d'onda della riga da me considerata, alla quale lunghezza d'onda mi sono assicurato che corrisponde realmente una delle righe più visibili. Quanto alla riga λ_{4226} mi sono assicurato della sua posizione vedendo che realmente coincideva colla riga violetta del calcio. Queste due righe le designo sempre col simbolo λ accompagnato dal numero che esprime in diecimilionesimi di millimetro la rispettiva lunghezza d'onda. Quanto alla riga D che, come ho detto,

si vede doppia io ho sempre fissato le due righe prese insieme, ossia una riga che si supponesse stare in mezzo alle due.

I tubi che ho adoperati per le soluzioni sono stati misurati esattamente sino ai centesimi di millimetro. Questi tubi erano tenuti a temperatura costante, sempre alla temperatura di 20°, mediante acqua convenientemente riscaldata o raffreddata che vi si faceva circolare attorno.

Le soluzioni ordinariamente le ho fatte introducendo in un picnometro a collo strettissimo una certa quantità di sostanza che ho pesato dentro al picnometro stesso. Quindi ho aggiunto il solvente in modo però da non riempire esattamente il picnometro che poneva in una gran vasca d'acqua, riscaldata a 20°, insieme colla pissetta che conteneva il solvente. Dopo venti minuti o più a seconda della capacità del picnometro finiva di riempire sino al segno procurando di non fare uscire dalla vasca tenuta a 20°, nè il picnometro nè la pissetta. E poichè facendo in questo modo, malgrado tutte le precauzioni, è facile passare il segno tracciato sul collo del picnometro, così io ho fatto diversi segni vicinissimi uno all'altro sul collo dei picnometri che adoperavo e, sapendo il volume corrispondente a ciascun segno, qualunque causa di errore veniva ad essere eliminata.

Calcolo dei resultati.

Per la determinazione delle deviazioni ho seguìto il metodo che sopra ho esposto, cioè per ogni soluzione ho determinato tre volte lo zero dello istrumento con dieci letture: stabilito lo zero ho misurato la deviazione per ciascuna riga con cinque letture ed ho poi presa la media. Il metodo però non comporta una grande esattezza, quella esattezza che si può avere, rispetto alla riga D, con i polaristrobometri di Wild, di Laurent, di Cornu. Le letture si fanno assai bene e sono assai esatte per le righe D E b_1 F: per le righe B e C, soprattutto per la B, le incertezze sono maggiori e per le righe λ_{4383} e λ_{4226} l'errore che si commette in una lettura può arrivare anche a 2°. Dò qui una serie di osservazioni fatte per una soluzione di parasantonide.

B

Deviazioni 30,5 — 30,5 — 30,75 — 30,75 — 30,75

Errore medio = 0,14

D

Deviazioni 48,5 — 48,5 — 48,5 — 48,55 — 48,55

Errore medio = 0,03

λ_{4383}

Deviazioni 39 — 38,5 — 39 — 39,2 — 39,4

Errore medio = 0,33

I seguenti numeri mostrano quale concordanza vi sia fra le tre serie di letture che ho fatto per ciascuna riga. Le osservazioni si riferiscono pure ad una soluzione cloroformica di parasantonide, per la quale sostanza le osservazioni si fanno molto bene.

	1ª serie (media)	2ª serie (media)	3ª (serie (media)	Media	Errore medio
B	33,39	33,57	33,68	33,55	0,15
F	95,34	95,15	95,53	95,35	0,19
λ_{4383}	143,18	144,01	142,84	143,34	0,6

Nè questi errori debbono sembrare esagerati perchè è il metodo che non comporta una precisione maggiore. Si prendano ad esempio le misure di V. v. Lang sul quarzo ([1]), eseguite pure col processo di Broch ma non colla luce solare:

Riga del sodio (T 20° — 20°,1). — Deviazioni: 71,53 — 70,29 — 71,90

Riga del tallio (T 20° — 20°,1). — Deviazioni: 70,20 — 69,28 — 68,73

Come si vede gli errori sono assai maggiori che nelle mie esperienze.

Le lunghezze dei varî tubi da me adoprati sono state misurate esattamente sino al centesimo di millimetro: è noto che è sufficiente l'approssimazione sino al decimo di millimetro e quindi l'errore è assolutamente trascurabile. Per una stessa soluzione ho fatto esperienze con tubi di diversa lunghezza ogni qual volta si trattava di deviazioni fortissime, nei quali casi può cadere dubbio tra due angoli differenti tra loro di una o più mezze circonferenze. Del resto il senso della deviazione, per tutte le sostanze che ho studiato, già era stato stabilito da Carnelutti e da me.

Ho già detto come effettuava il riempimento del picnometro. Conoscendo il peso della sostanza attiva, il peso del solvente e la densità della soluzione si può facilmente calcolare il $^0/_0$ di sostanza attiva e la concentrazione, cioè la quantità di sostanza attiva contenuta in 100 c. c. di soluzione: la quale concentrazione non è altro che il prodotto del $^0/_0$ per la densità della soluzione. Nella maggior parte dei casi però la concentrazione l'ho determinata direttamente conoscendo il volume del picnometro nel quale faceva la soluzione; e questo volume lo calcolavo sapendo il peso dell'acqua contenuto in esso alla temperatura di 20°. Per il calcolo del $^0/_0$ e della concentrazione ho sempre ridotto al vuoto le pesate servendomi della formula

$$P = p + p . 0{,}0012 \left(\frac{1}{d} - 0{,}12\right) \quad (^2)$$

dove

P = peso della sostanza nel vuoto

p = peso della sostanza nell'aria

d = densità della sostanza

0,0012 = densità media dell'aria

0,12 = 1 diviso per il peso specifico dell'ottone.

Le densità delle soluzioni l'ho determinate a 20° rispetto all'acqua a 4° e per il calcolo, riduzione al vuoto ecc. mi sono servito della formula

$$d_4^{20} = \frac{F}{W}(Q - \delta) + \delta \quad (^3)$$

dove

F = peso della soluzione a 20°

W = peso dell'acqua a 20°

Q = densità dell'acqua a 20°

δ = densità media dell'aria = 0,00119

Secondo l'illustre prof. Landolt, a cui si debbono i più importanti studî sul potere rotatorio delle sostanze organiche, il peso specifico delle soluzioni si può

([1]) Pogg. Ann. **156**, 422.

([2]) Kohlrausch, *Leitfaden d. praktischen Physik.*

([3]) Kohlrausch, loco citato.

determinare con esattezza sino alla quarta decimale. Si può ammettere come errore massimo, quando nella misura della temperatura si sbagli di 1°, un errore di 0,001. Quanto al $^0/_0$ secondo il prof. Landolt si può ammettere in media un errore di 0,02, considerando anche i casi in cui le soluzioni debbano filtrarsi e le pesate non sieno ridotte al vuoto. Nel caso nostro in cui non vi è mai stato bisogno di filtrazione e le pesate sono state ridotte al vuoto l'errore certamente è assai minore. Quanto poi alla concentrazione il prof. Landolt crede che l'errore possa elevarsi a 0,04; egli però suppone questo errore massimo nel caso in cui si debba filtrare la soluzione e in cui si faccia uso di un palloncino a collo relativamente molto largo (8 mm. di diametro) ([1]). Io invece ho sempre fatto la soluzione in picnometri a collo strettissimo: di più ho quasi sempre adoprato picnometri assai grandi, della capacità di 100 o di 50 c. c, cosicchè l'errore deve essere molto più piccolo e non credo che possa mai superare 0,005.

Per la determinazione dei poteri rotatorî specifici ho fatto uso delle formule

$$[\alpha] = \frac{10^4 . \alpha}{l p d} = \frac{10^4 . \alpha}{l c}$$

per le sostanze solide, e pei liquidi

$$[\alpha] = \frac{100\, \alpha}{l d}$$

dove

$[\alpha]$ = potere rotatorio specifico
α = angolo di deviazione
l = lunghezza del tubo in millimetri
p = $^0/_0$ di sostanza attiva nella soluzione
c = quantità di sostanza attiva contenuta in 100 c c.
d = densità della soluzione o del liquido

Per le sostanze solide ho fatto uso della 1ª formula, che esige la conoscenza di p e d e per conseguenza una pesata di più, soltanto in quei casi in cui ricercava se la concentrazione delle soluzioni aveva influenza sul potere rotatorio specifico. Nel caso che vi sieno variazioni e queste si debbano esprimere per mezzo di una curva, è molto meglio esprimerle in funzione di p che in funzione di c ([2]).

Quanto all'esattezza nei poteri rotatorî specifici noterò: che ordinariamente la deviazione si può ritenere esatta sino agli interi, ossia possiamo far conto quasi sempre di due cifre esatte, qualche volta, per le sostanze molto attive anche di tre e per soluzioni concentrate di parasantonide e santonide e per la riga F anche di quattro: che quanto alle lunghezze dei tubi possiamo contare su quattro cifre esatte, e su tre o quattro cifre esatte quanto alla concentrazione o al prodotto $p\,d$. Nel prodotto $l\,c$ può dunque nella maggior parte dei casi ritenersi che tre cifre sono esatte. Per conseguenza il quoziente $\frac{\alpha}{l c}$ si può dire che avrà sempre almeno due cifre esatte e solamente nei casi in cui si hanno sostanze con piccolo potere rotatorio

([1]) Landolt, *Das optische Drehungsvermögen*, pag. 141.
([2]) Landolt, loco citato, pag. 56.

non potremo rispondere che della prima cifra: questo è appunto il caso dell'acido santonico. Però nel caso della parasantonide, santonide, santonina si può rispondere assolutamente di due e anche di tre cifre, le variazioni nella terza non superando mai due o tre unità, salvo per le righe λ_{4383} e λ_{4226} per le quali, causa la difficoltà delle osservazioni, non si può rispondere al solito che di due cifre. — Seguendo l'uso da tutti adottato, come misura del potere rotatorio dispersivo ho dato i quozienti dei poteri rotatorî specifici rispetto ai diversi raggi per il potere rotatorio specifico rispetto al raggio B: però non essendo molto esatte le misure rispetto alla riga B, ho considerato anche i coefficienti di dispersione rispetto alla riga D, per la quale riga le misure si fanno con molta esattezza: ho fatto questo soprattutto quando mi premeva di dimostrare l'uguaglianza di dispersione tra due diversi composti. Dalle considerazioni sopra esposte è facile vedere che per quel che riguarda questi quozienti, che chiamerò coefficienti di dispersione, non potremo contare che sulla esattezza di una cifra, ossia degli interi, o al più su due cioè anche sui decimi. E, come resulta dai numeri che dò nelle tavole, ordinariamente due cifre sono esatte: qualche volta anche tre per una stessa sostanza. Ma, trattandosi di sostanze diverse, credo che si debbano ritenere come dotate di uguale potere dispersivo quelle soluzioni i cui coefficienti di dispersione concordano sino ai decimi, od anche, concordando soltanto negli interi, differiscono soltanto di due o tre unità nei decimi.

Per stabilire le relazioni esistenti fra le lunghezze d'onda delle diverse righe e i poteri rotatorî specifici mi sono servito del metodo dei minimi quadrati: per il calcolo ho fatto uso delle esperienze relative alle righe B D E F λ_{4383} λ_{4226}, ovvero soltanto alle righe B D E F. I valori da me adottati per le lunghezze d'onda sono quelli di Thalén [1] per le righe B C D E b_1 F, e di Angström [2] per le righe λ_{4383} λ_{4226}: essi valori sono dati nella seguente tavola e sono espressi in millimetri:

B	0,0006867
C	6562
D	5892
E	5269
b_1	5183
F	4861
λ_{4383}	4383
λ_{4226}	4226

Conformandomi all'uso di Boltzmann ho calcolato il valore delle costanti arbitrarie come se la 1ª cifra del numero che rappresenta la lunghezza d'onda esprimesse decimi di millimetro invece che diecimillesimi, o, in altri termini, per il calcolo ho fatto uso della formula

$$\left[\alpha\right]_\lambda = \frac{A}{10^6 . \lambda^2} + \frac{B}{10^{12} . \lambda^4} + \frac{C}{10^{18} . \lambda^6} + \cdots$$

(¹) *Mémoire sur la détermination des longueurs d'onde des raies métalliques.* (Ann. Phys. Chim. (4), XVIII, 202.

(²) *Recherches sur le spectre solaire — Spectre normal du soleil.* Upsal, Berlin Dümmler, 1869.

E inutile il dire che quando due soluzioni avevano lo stesso potere dispersivo non ho calcolato che per una sola le costanti della formula di Boltzmann: una formula collo stesso numero di costanti, ma diverse, servirà naturalmente anche per l'altra soluzione.

Del metodo dei minimi quadrati mi sono anche servito per stabilire le equazioni delle curve che esprimono le variazioni del potere rotatorio specifico per le soluzioni cloroformiche di santonina.

Come misura dell'errore commesso nella determinazione dei poteri rotatorî specifici ho dato il quoziente dell'errore medio per il potere rotatorio specifico, ossia l'errore $^0/_0$.

Materiale delle osservazioni.

Come solventi non ho adoprato che alcool e cloroformio. L'alcool è alcool quasi assoluto, da me rettificato sull'ossido di bario: la sua densità a 20° rispetto all'acqua a 4° è = 0,7968. Il cloroformio è stato da me purificato, seccato e distillato più volte; la sua densità a 20° rispetto all'acqua a 4° è = 1,49089. — Le sostanze attive impiegate sono tutte sostanze purissime già analizzate o dal prof. Cannizzaro o da Carnelutti e da me: di queste sostanze ho sempre verificato il punto di fusione. Ho creduto utile per ogni sostanza di dire brevemente della sua preparazione e delle relazioni che ha cogli altri derivati santonici, giacchè si tratta di composti non descritti nei trattati ordinarî.

Osservazioni.

Le sostanze che ho studiato in questo lavoro sono le seguenti: quattro isomeri della santonina, cioè la santonina, la parasantonide, la santonide e la metasantonina (p. di f. 136°); tre eteri dell'acido parasantonico, cioè i parasantonati etilico, propilico normale e allilico; l'acido santonico e il santonato propilico normale.

Santonina ($C_{15}H_{18}O_3$)

Ho purificato mediante ripetute cristallizzazioni dall'etere anidro della buona santonina del commercio. La introduzione della sostanza nel picnometro, le pesate si sono sempre fatte a una luce debolissima per evitare le alterazioni che la santonina subisce alla luce e che ne fanno variare grandemente il potere rotatorio. Una volta però che siasi effettuata la soluzione, la luce non ha più nessuna influenza: di questo mi sono assicurato mantenendo per molti giorni al sole una soluzione cloroformica e non ho osservato nè ingiallimento nella soluzione medesima nè alterazione nel potere rotatorio: quanto alle soluzioni alcooliche poi mi sono accertato che almeno per la durata di una esperienza il sole non fa variare affatto il potere rotatorio. La santonina è abbastanza solubile nel cloroformio; poco nell'alcool assoluto cosicchè non ho potuto fare esperienze con soluzioni concentrate. Non mi è riuscito fare osservazioni per la riga λ_{4226} giacchè le soluzioni di santonina assorbono molto i raggi violetti e anche le determinazioni rispetto alla riga λ_{4383} sono difficilissime.

Osservazioni per le soluzioni cloroformiche di santonina. T = 20° (1).

N.°	c	L	B		C		D		E		b_1		F		λ_{4383}	
			α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1
		219,65	−13,63		−15,15		−19,98		−25,83		−26,91		−32,09		−43,91	
I.	5,216	100,00		− 6,27		− 7,01		− 8,97		−11,84		−12,32		−14,70		−19,88
		100,20	−6,35		− 7,13		− 8,86		−11,94		−12,41		−14,82		−19,81	
II.	13,377	219,65	−35,51		−36,69		−51,12		−68,01		−70,97		−85,40		+ 65,04	
		100,00		−16,17		−18,07		−23,27		−30,96		−32,31		−38,47		−52,34
III.	13,526	219,65	−35,96		−40,23		−52,37		−70,15		−73,29		−87,43		+ 59,77	
		100,00		−16,37		−18,31		−23,84		−31,94		−33,36		−39,80		−54,74
IV.	13,651	219,65	−36,26		−40,72		−52,74		−70,31		−74,07		−88,23		+ 59,17	
		100,00		−16,51		−18,54		−24,01		−32,01		−33,72		−40,17		−55,01
V.	23,156	219,65	−61,99		−69,09		−89,72		+ 59,63		+ 54,07		+ 28,26		−29,75	
		100,00		−28,22		−31,45		−40,85		−54,80		−57,33		−69,08		−95,49
		219,65	+ 84,93		+ 73,64		+ 40,84		− 6,28		−15,41		−59,59		+ 38,21	
VI.	35,258	100,00		−44,04		−48,60		−63,25		−84,91		−88,89		−106,17		−147,18
		100,20	−44,84		−48,88		−63,28		−85,19		−89,00		+ 73,79		+ 31,84	

Potere rotatorio specifico della santonina in soluzioni cloroformiche per i diversi raggi. T = 20°.

N.°	p	q	d_4^{20}	$c=pd$	$[\alpha]_B$	$[\alpha]_C$	$[\alpha]_D$	$[\alpha]_E$	$[\alpha]_{b_1}$	$[\alpha]_F$	$[\alpha]_{\lambda_{4383}}$
I.	3,531	96,466	1,476	5,216	— 120,4	— 134,3	— 172,0	— 227,0	— 236,3	— 281,9	— 381,3
II.	9,176	90,824	1,458	13,377	— 120,9	— 135,1	— 174,0	— 231,5	— 241,5	— 287,6	— 391,2
III.	9,281	90,719	1,457	13,526	— 121,0	— 135,4	— 176,3	— 236,1	— 246,7	— 294,3	— 404,7
IV.	9,361	90,639	1,458	13,651	— 121,0	— 135,8	— 175,9	— 234,5	— 247,0	— 294,3	— 408,0
V.	16,127	83,873	1,436	23,156	— 121,9	— 135,8	— 176,4	— 236,7	— 247,6	— 298,3	— 409,3
VI.	25,074	74,926	1,406	35,258	— 124,9	— 137,9	— 179,4	— 241,2	— 252,1	— 301,5	— 417,5

Come si vede dalla tavola il potere rotatorio specifico della santonina sciolta nel cloroformio varia un poco, assai poco del resto, colla concentrazione. Tanto Hesse (2) che Carnelutti ed io (3) avevamo detto che il potere rotatorio specifico

(1) Tanto in questa che nelle seguenti tavole: c = concentrazione: L = lunghezza del tubo in millimetri: α = deviazione osservata direttamente: α_1 = deviazione calcolata per lo spessore di mm. 100,00 : p = % di sostanza attiva nella soluzione: q = % di solvente nella soluzione: d^{20}_4 = densità della soluzione a 20° rispetto all'acqua a 4°.

(2) Hesse, Liebig's Ann. **176**, 125.

(3) Gazzetta chimica italiana. T. X, pag. 256.

della santonina in soluzione cloroformica può dirsi indipendente dalla concentrazione delle soluzioni: ed infatti nei limiti esperimentati ($c = 10$ a $c = 2$) e per la riga D le differenze sono così piccole che si possono attribuire ad errori di osservazione. — Il potere rotatorio specifico aumenta col crescere della concentrazione e le variazioni possono esprimersi per ciascuna riga mediante una linea retta di cui dò qui le equazioni in funzione di q cioè del $^0/_0$ di solvente contenuto nella soluzione:

$$[\alpha]_B = 140,1 - 0,2085\,q$$
$$[\alpha]_C = 149,3 - 0,1555\,q$$
$$[\alpha]_D = 202,7 - 0,3086\,q$$
$$[\alpha]_E = 285,6 - 0,582\,q$$
$$[\alpha]_{b_1} = 302,38 - 0,6557\,q$$
$$[\alpha]_F = 365,55 - 0,8284\,q$$
$$[\alpha]\lambda_{4383} = 534,98 - 1,524\,q$$

La seguente tavola mostra sino a qual punto vi sia concordanza tra i resultati del calcolo e quelli della esperienza:

N.°	c	$[\alpha]_B$		Differenza	$[\alpha]_C$		Differenza	$[\alpha]_D$		Differenza	$[\alpha]_E$		Differenza	$[\alpha]b_1$		Differenza	$[\alpha]_F$		Differenza	$[\alpha]\lambda_{4383}$		Differenza
		Calcolato	Trovato		Calcolato	Trovato		Calcolato	Trovato		Calcolato	Trovato		Calcolato	Trovato		Calcolato	Trovato		Calcolato	Trovato	
I.	5, 216	120, 7	120, 4	0, 3	134, 3	134, 3	0	172, 9	172	0, 9	229, 4	227	2, 4	239, 1	236, 3	2, 8	285, 6	281, 9	3, 7	388	381, 3	6, 7
II.	13, 377	121, 1	120, 9	0, 2	135, 2	135, 1	0, 1	174, 7	174	0, 7	232, 7	231, 5	1, 2	242, 8	241, 5	1, 3	290, 3	287, 6	2, 7	396, 6	391, 2	5, 4
III.	13, 526	121, 2	121, 0	0, 2	135, 2	135, 4	0, 2	174,7	176, 3	1, 6	232, 8	236, 1	3, 3	242, 9	246, 7	3, 8	290, 2	294, 3	3, 9	396, 8	404, 7	7, 9
IV.	13, 651	121, 2	121, 0	0, 2	135, 2	135. 8	0, 6	174, 7	175, 9	1, 2	232, 8	234, 5	1, 7	243	247, 0	4, 0	290, 5	294, 3	3, 8	396, 9	408	11, 1
V.	23, 156	122, 6	122, 0	0, 6	136, 3	135, 8	0, 5	176, 8	176, 4	0, 4	236, 8	236, 6	0, 2	247, 4	247, 6	0, 2	296, 1	298, 3	2, 2	407, 2	409, 3	2, 1
VI.	35, 258	124, 5	125, 0	0, 5	137, 7	137, 9	0, 2	179, 6	179, 4	0, 2	242	241, 2	0, 8	253, 3	252, 1	1, 2	303, 5	301, 1	2, 4	420, 8	417, 5	3, 5

L'accordo è abbastanza soddisfacente ove si consideri che si tratta di numeri molto grandi e che le misure sono assai difficili a farsi cominciando dalla riga E.

Quanto al potere dispersivo si può dire che esso si mantiene costante: i coefficienti di dispersione non differiscono che nei decimi, come si rileva dalla tavola seguente.

Coefficienti di dispersione per le soluzioni cloroformiche di santonina.

N.°	c	B	C	D	E	b_1	F	λ_{4383}
I.	5,216	1	1,11	1,43	1,88	1,96	2,34	3,13
II.	13,377	1	1,12	1,44	1,91	1,99	2,38	3,23
III.	13,526	1	1,12	1.46	1,95	2,02	2,43	3,34
IV.	13,651	1	1,12	1,45	1,94	2,04	2.43	3,37
V.	23,156	1	1,11	1,45	1,94	2,03	2,45	3,36
VI.	35,258	1	1,10	1,44	1.93	2.02	2.41	3,34

Il potere dispersivo della santonina sciolta nel cloroformio non è molto grande e non differisce molto da quello di altre sostanze studiate: p. es.

	B	C	D	E	F	G
Quarzo-zucchero	1	1,11	1,40	1,77	2,10	2,72
Colesterina (1)	1	1,24	1,53	1,93	2,36	3,02
Olio di cedro (2)	1	1,11	1,43	1,86	2,28	3,12

Ho cercato se la formula di Boltzmann con due costanti arbitrarie bastava ad esprimere il fenomeno. Il calcolo l'ho fatto per una sola soluzione perchè naturalmente, essendo sempre costante il potere dispersivo, se una equazione con due costanti basta a rappresentare le variazioni per una soluzione, basterà anche per le altre. Per il calcolo ho preso la soluzione n° V e le determinazioni rispetto alle righe B D F λ_{4383}. La formula a cui son giunto è la seguente;

$$\left[\alpha\right]_{\lambda} = \frac{40,853}{10^6 . \lambda^2} + \frac{7,1824}{10^{12} . \lambda^4}$$

Calcolando con questa formula i valori di $[\alpha]$ si hanno numeri che si accordano molto bene con quelli dati dall'esperienza, come si può vedere dalla seguente tavola:

	$[\alpha]_B$	$[\alpha]_C$	$[\alpha]_D$	$[\alpha]_E$	$[\alpha]_{b_1}$	$[\alpha]_F$	$[\alpha]\lambda_{4383}$
Calcolato	118,9	133,6	177,3	240,3	251,6	301,5	407,4
Trovato	121,9	135,8	176,4	236,7	247,6	298,3	409,3
Differenza.	3,0	2,2	0,9	3,6	4,0	3,2	1,9

E per conseguenza

$$\Sigma\Delta^2 = 57,46 \quad \text{e} \quad \mu = 3,39$$

I seguenti numeri sono il quoziente delle differenze tra il valore calcolato e il valore trovato per il respettivo valore calcolato:

B	C	D	E	b_1	F	λ_{4383}
0,26	0,16	0,05	0,15	0,15	0,11	0,05

Osservazioni per le soluzioni alcooliche di santonina. T = 20°.

N.°	c	L	B		C		D		E		b_1		F		λ_{4383}	
			α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1
		219, 65	−4,16		−4,48		−6,44		−8,94		−9, 05		−10, 70		−15,73	
I.	1, 782	100, 00		−1,97		−2,12		−2,87		−3,97		−4,22		−4,66		−6,77
		150, 22	−3,17		−3,30		−4,22		−5,81		−6,49		−6,68		−9,58	

(1) Lindenmeyer, Journ. f. prakt. Chem. **90**, 323.
(2) Wiedemann, Pogg. Ann. **82**, 222.

Potere rotatorio specifico della santonina in soluzioni alcooliche per i diversi raggi. T = 20°.

N.°	c	$[\alpha]_B$	$[\alpha]_C$	$[\alpha]_D$	$[\alpha]_E$	$[\alpha]b_1$	$[\alpha]_F$	$[\alpha]\lambda_{4383}$
I.	1,782	— 110,4	— 118,8	— 161	— 222,6	— 237,1	— 261,7	— 380

La santonina in soluzione alcoolica è stata studiata da Hesse [1] per la riga D: egli trovò che il potere rotatorio specifico diminuisce col crescere della concentrazione dell'alcool: per una soluzione di concentrazione $c=2$ nell'alcool a 97 % egli trovò $[\alpha]_D = -174$. Io ho ottenuto un numero un po' più piccolo e questo può dipendere dall'avere io adoprato come solvente alcool assoluto.

La santonina è pochissimo solubile nell'alcool assoluto: quindi non mi è stato possibile di fare esperienze con soluzioni più concentrate. Aveva preparato una soluzione più concentrata, ma cominciò a cristallizzare nel tubo: nondimeno ho tenuto conto delle deviazioni date da questa soluzione per il potere dispersivo. — I coefficienti di dispersione per le soluzioni alcooliche sono i seguenti:

	B	C	D	E	b_1	F	λ_{4383}
Soluzione I	1	1,08	1,46	2,02	2,15	2,37	3,44
Soluzione satura	1	1,10	1,45	1,91	2,07	2,34	3,33

Dai quali numeri si ricava che il potere dispersivo della santonina si mantiene lo stesso tanto che sia sciolta nel cloroformio quanto nell'alcool assoluto.

Sino a qui la santonina in soluzione alcoolica era ritenuta come la sostanza dotata della più grande dispersione. Buignet [2] aveva trovato che le soluzioni alcooliche di santonina hanno un gran potere dispersivo: egli si era limitato a calcolare il rapporto $\frac{[\alpha]_j}{[\alpha]_D}$ dove α_j è la deviazione rispetto al così detto giallo medio, a cui corrisponde presso a poco la lunghezza d'onda 0,00055. Ora veramente non sembra che questo rapporto debba essere molto differente da quello delle altre sostanze: abbiamo infatti prendendo il rapporto $\frac{[\alpha]_j}{[\alpha]_D}$ dove il valore di $[\alpha]_j$ si è calcolato colla formula di Boltzmann e si è trovato $=213,6$

	Santonina	Quarzo	Zucchero	Canfora (alcool)	Olio di trementina
$\frac{[\alpha]_j}{[\alpha]_D} =$	1,32	1,13	1,13	1,20	1,24

Come si vede il rapporto $\frac{[\alpha]_j}{[\alpha]_D}$ si può dire che sia lo stesso per la santonina, la canfora e l'olio di trementina.

[1] Liebig's Ann. **176**, 125.
[2] J. de Pharm. et de Chimie [3], **40**, 252.

Parasantonide ($C_{15}H_{18}O_3$)

La parasantonide è un isomero della santonina che fu ottenuto da Cannizzaro e Valente ([1]) per l'azione dell'acido acetico glaciale sull'acido santonico (v. più sotto per l'acido santonico). Si tratta l'acido santonico coll'acido acetico glaciale, si distilla quest'ultimo e si spinge il riscaldamento sino a 260°. Si separa mediante il carbonato sodico l'acido santonico rimasto inalterato e per ripetute cristallizzazioni dall'etere si può avere pura la parasantonide. È una sostanza bianca che cristallizza in bellissimi cristalli appartenenti al sistema trimetrico. Fonde a 110° e la sua densità a 20° è 1,2015. Fra le sostanze che sono attive allo stato amorfo è quella che ha maggiore potere rotatorio di tutte: il suo potere rotatorio specifico è di poco inferiore a quello del quarzo. Il modo stesso di preparazione dice che una temperatura elevata non ha nessuna influenza sul suo potere rotatorio: la quale proprietà è comune a molti derivati della santonina (santonina, acido santonoso). — È solubilissima nel cloroformio e anche nell'anidride acetica; meno assai nell'alcool. Il suo potere rotatorio specifico per la riga D è indipendente dalla concentrazione per le soluzioni cloroformiche: diminuisce col crescere della concentrazione per le soluzioni alcooliche. Il suo potere dispersivo fu determinato da me, ma solamente rispetto alle luci del sodio e del litio: trovai

$$\frac{[\alpha]_D}{[\alpha]_{Li}} = 1,42$$

feci però notare che dovevano farsi esperienze più esatte giacchè le osservazioni colla luce del litio sono difficilissime a farsi ([2]).

Osservazioni per le soluzioni cloroformiche di parasantonide. T = 20°.

N.°	c	L.	B		C		D		E		b_1		F		λ_{4383}		λ_{4226}	
			α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1
I.	2,619	219,65	+ 33,55		+ 38,36		+ 51,33		+ 72,55		+ 76,82		— 84,65		— 36,66		—	
		100,00		+ 15,27		+ 17,46		+ 23,37		+ 33,03		+ 34,97		+ 43,41		+ 65,26		—
		219,65	— 24,71		— 5,07		+ 57,77		— 20,47		— 2,41		+ 86,35		— 48,31		+ 73,18	
II.	12,191	100,00		+ 70,58		+ 80,05		+ 108,72		+ 154,35		+ 163,03		+ 203,57		+ 306,36		+ 360,50
		100,20	+ 70,60		+ 80,62		— 70,59		— 25,57		— 16,42		+ 24,34		— 52,48		+ 0,6	
III.	17,496	219,65	+ 42,70		+ 71,94		— 17,71		— 54,53		— 27,22		— 78,75		+ 66,46		+ 60,96	
		100,00		+ 101,38		+ 114,7		+ 155,83		+ 221,02		+ 233,45		+ 291,94		+ 440,05		+ 519,44
		100,20	— 67,16		— 30,54		+ 89,09		— 83,34		— 49,08		— 59,05		+ 8,96		—	
IV.	50,265	100,00		+ 291,73		+ 328,42		+ 448,3		+ 635,19		+ 669,81		+ 839,54		+ 1267,06		—
		150,22	+ 77,44		— 47,22		— 46,32		+ 53,97		— 73,47		+ 1,56		— 75,68		—	

([1]) Cannizzaro e Valente, R. Acc. dei Lincei. Vol. II, Serie 3.

([2]) Per tutto quello che riguarda il potere rotatorio della parasantonide. V. Carnelutti e Nasini. Gazz. chim. it. T. X, pag. 256, R. Acc. dei Lincei. Serie 3, Vol. Transunti. — R. Nasini. Acc. dei Lincei. Serie 3, Vol. IX.

Potere rotatorio specifico della parasantonide in soluzioni cloroformiche per i diversi raggi. T = 20°.

N.°	p	q	d_4^{20}	c	$[\alpha]_B$	$[\alpha]_C$	$[\alpha]_D$	$[\alpha]_E$	$[\alpha]_{b_1}$	$[\alpha]_F$	$[\alpha]_{4383}$	$[\alpha]_{\lambda 4226}$
I.	1,766	98,234	1,483	2,619	+ 583,2	+ 656,8	+ 892,3	+ 1261	+ 1335	+ 1658	+ 2492	—
II.	8,344	91,656	1,461	12,191	+ 578,9	+ 656,6	+ 891,8	+ 1266	+ 1337	+ 1669	+ 2513	+ 2957
III.	12,075	87,925	1,449	17,497	+ 579,5	+ 655,6	+ 890,7	+ 1263	+ 1334	+ 1669	+ 2515	+ 2969
IV.	36,663	63,337	1,371	50,265	+ 580,4	+ 653,3	+ 891,9	+ 1264	+ 1333	+ 1670	+ 2521	—
Media dei valori $[\alpha]$					+ 580,5	+ 655,6	+ 891,7	+ 1264	+ 1334	+ 1666	+ 2510	+ 2963

	B	C	D	E	b_1	F	λ_{4383}	λ_{4226}
Errore medio =	1,9	1,6	0,68	2	2	5,9	12,5	8,4
Quoziente dell'errore medio per $[\alpha]$ =	0,0033	0,0024	0,0007	0,0016	0,0015	0,0035	0,0049	0,0028

Viene così confermato per tutti i raggi quello che era stato stabilito pel raggio D, cioè che il potere rotatorio specifico della parasantonide in soluzione cloroformica è affatto indipendente dalla concentrazione delle soluzioni. — I coefficienti di dispersione sono i seguenti:

B	C	D	E	b_1	F	λ_{4383}	λ_{4226}
1	1,13	1,54	2,18	2,3	2,87	4,32	5,10

È notevole il modo di dispersione di questa sostanza: mentre per la parte più luminosa dello spettro i coefficienti di dispersione sono di poco superiori ai corrispondenti dello zucchero, del quarzo e della santonina divengono poi quasi il doppio più grande per i raggi più refrangibili.

Ho cercato se la formula di Boltzmann con due sole costanti arbitrarie basta a rappresentare il fenomeno, almeno sino alla riga F. Calcolando col metodo dei minimi quadrati e servendomi delle esperienze relative alle righe B D E F sono giunto alla formula

$$[\alpha]_\lambda = \frac{14,4306}{10^6.\lambda^2} + \frac{5,83602}{10^{12}.\lambda^4}.$$

Questa formula non è sufficiente: abbiamo infatti

Righe	Calcolato	Trovato	Differenza
B	568,5	580,5	— 12
C	649,9	655,6	— 5,7
D	899,9	891,7	+ 8,2
E	1277	1264	+ 13
b_1	1346	1334	+ 12
F	1656	1666	— 10

Le differenze, come si vede, sono troppo forti anche per questa parte dello spettro dove pure la sostanza non ha grande dispersione.

Ho calcolato tre costanti per la formula di Boltzmann servendomi al solito del metodo dei minimi quadrati e delle esperienze relative alle righe B D E F λ_{4383} λ_{4226}. — La formula a cui sono giunto è la seguente:

$$[\alpha]_\lambda = \frac{268,0219}{10^6.\lambda^2} - \frac{20,937}{10^{12}.\lambda^4} + \frac{12,016}{10^{18}.\lambda^6}.$$

Questa formula si accorda abbastanza bene colle esperienze:

Righe	Calcolato	Trovato	Differenza
B	588,8	580,5	+ 8,3
C	660	655,6	+ 4,4
D	886	891,7	— 5,7
E	1255	1264	— 9
b_1	1328	1334	— 6
F	1670	1666	+ 4
λ_{4383}	2522	2510	+ 12
λ_{4226}	2954	2963	— 9

$$\Sigma \Delta^2 = 478,74; \quad \mu = 9,8$$

I quozienti delle differenze per i respettivi valori $[\alpha]$ calcolati sono i seguenti:

B	C	D	E	b_1	F	λ_{4383}	λ_{4226}
0,14	0,07	0,06	0,07	0,05	0,02	0,05	0,03

Si ha presso a poco la stessa approssimazione che per la santonina.

Santonide ($C_{15} H_{18} O_3$)

La santonide è pure un isomero della santonina. Fu ottenuto da Cannizzaro e Valente [1] in modo analogo alla parasantonide, cioè facendo bollire per più ore una soluzione di acido santonico nell'acido acetico glaciale, distillando poi l'acido acetico e spingendo il riscaldamento sino a 180° invece che sino a 260° come per la parasantonide. Si purifica poi la sostanza nel modo stesso che ho accennato per la parasantonide. È una sostanza bianca, che cristallizza nel sistema trimetrico. Fonde a 127°,5. È destrogira come la parasantonide e, dopo questa, è la sostanza organica che ha il potere rotatorio più elevato. È assai solubile nel cloroformio; meno assai nell'alcool.

Osservazioni per le soluzioni cloroformiche di santonide. T = 20°.

N.°	c	L	B		C		D		E		b_1		F		λ_{4383}		λ_{4226}	
			α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1
I.	3,101	219,65	+ 32,78		+ 37,59		+ 51,61		+ 74,28		+ 78,44		— 81,87		— 31,14		— 3,38	
		100,00		+ 14,92		+ 17,11		+ 23,49		+ 33,82		+ 35,71		+ 44,67		+ 67,77		+ 80,41
II.	6,902	219,65	+ 74,02		+ 82,28		+ 66,63		— 17,24		— 7,25		+ 38,27		— 27,89		+ 31,32	
		100,00		+ 33,58		+ 37,67		+ 51,70		+ 74,18		+ 78,74		+ 99,28		+ 151,45		+ 178,92
		100,20	+ 33,53		+ 37,96		+ 51,89		+ 74,41		+ 78,99		— 80,61		— 28		+ 0,08	
III.	18,719	219,65	+ 18,2		+ 45,44		— 51,41		+ 82,92		— 70,64		+ 51,84		+ 8,7		— 5,2	
		100,00		+ 90,23		+ 102,64		+ 140,49		+ 201,65		+ 213,68		+ 269,45		+ 413,7		+ 489,32
IV.	30,520	150,22	+ 43,36		+ 72,59		— 12,92		— 39,50		— 9,98		— 51,63		— 60,62		— 49,44	
		100,00		+ 148,33		+ 168,31		+ 231,26		+ 332,86		+ 353		+ 444,57		+ 559,67		+ 806,70
		100,20	— 31,73		— 11,19		+ 51,93		— 26,79		+ 6,12		+ 85,10		+ 21,69		+ 89,20	

[1] Atti della r. Acc. dei Lincei. T. II, Serie 3.

Potere rotatorio specifico della santonide in soluzioni cloroformiche per i diversi raggi. T = 20°.

N.°	p	q	d_4^{20}	c	$[\alpha]_B$	$[\alpha]_C$	$[\alpha]_D$	$[\alpha]_E$	$[\alpha]_{b_1}$	$[\alpha]_F$	$[\alpha]_{\lambda_{4383}}$	$[\alpha]_{\lambda_{4226}}$
I.	2,090	97,910	1,483	3,101	+ 481,2	+ 551,8	+ 757,6	+ 1090,4	+ 1151,5	+ 1441	+ 2185	+ 2593
II.	4,682	95,318	1,474	6,902	+ 486,5	+ 545,7	+ 749,0	— 1074,8	+ 1140,7	+ 1438	+ 2194	+ 2592
III.	12,945	87,055	1,446	18,719	+ 482	+ 548,3	+ 750,5	+ 1077,2	+ 1141,5	+ 1439	+ 2210	+ 2614
IV.	21,447	78,553	1,426	30,520	+ 486	+ 551,4	+ 757,7	+ 1090,6	+ 1156,6	+ 1456	+ 2216	+ 2643
Media dei valori $[\alpha]$					+ 484	+ 549	+ 754	+ 1088	+ 1148	+ 1444	+ 2201	+ 2610

	B	C	D	E	b_1	F	λ_{4383}	λ_{4226}
Errore medio	2,7	2,9	4,6	10,25	7,8	8,6	14,21	24
Quoziente dell'errore medio per $[\alpha]$	0,0056	0,0053	0,0061	0,0094	0,0068	0,0059	0,0065	0,0092

Anche per la santonide si può ammettere al pari che per la parasantonide che il potere rotatorio specifico si mantiene costante nelle soluzioni cloroformiche indipendentemente dalla concentrazione. In generale l'errore è un po' più grande che per le soluzioni di parasantonide e questo è in gran parte dovuto al fatto che le soluzioni cloroformiche di santonide hanno un potere assorbente assai grande per i raggi di media refrangibilità.

I coefficienti di dispersione sono i seguenti:

B	C	D	E	b_1	F	λ_{4383}	λ_{4226}
1	1,13	1,55	2,25	2,37	2,98	4,53	5,33

Il potere dispersivo delle soluzioni cloroformiche di santonide è un poco più elevato di quelle di parasantonide. Anche prendendo i coefficienti di dispersione rispetto alla riga D si giunge alle medesime conclusioni:

	D	E	b_1	F	λ_{4383}	λ_{4226}
Parasantonide	1	1,42	1,49	1,86	2,81	3,32
Santonide	1	1,44	1,52	1,91	2,92	3,46

Per la santonide ho calcolato le tre costanti della equazione di Boltzmann servendomi non del metodo dei minimi quadrati, ma semplicemente delle esperienze relative alle righe B D λ_{4383}: la formula a cui sono giunto è la seguente:

$$\left[\alpha\right]_\lambda = \frac{184,5554}{10^6 . \lambda^2} + \frac{3,2839}{10^{12} . \lambda^4} + \frac{8,1641}{10^{18} . \lambda^6} .$$

Calcolando i valori $[\alpha]$ con questa formula si hanno resultati assai concordanti con quelli trovati:

Righe	Calcolato	Trovato	Differenza
B	484	484	0
C	548,6	549	— 0,4
D	754	754	0
E	1089	1088	+ 1
b_1	1154	1148	+ 6
F	1458	1444	+ 14
λ_{4383}	2201	2201	0

$$\Sigma \Delta^2 = 233 ; \quad \mu = 7,63$$

I quozienti delle differenze per i respettivi valori calcolati $[\alpha]$ sono i seguenti:

E	b_1	F
0,01	0,05	0,09

Gli errori, come si vede, sono sempre dello stesso ordine.

La santonide è pochissimo solubile nell'alcool, meno assai della parasantonide: non ho potuto fare che soluzioni di concentrazione molto debole: il potere rotatorio specifico sembra che aumenti colla concentrazione delle soluzioni.

Osservazioni per le soluzioni alcooliche di santonide. T = 20°.

N.°	c	L	B		C		D		E		b_1		F		λ_{4383}		λ_{4226}	
			α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1
I.	1,831	150, 22	+ 10,24		+ 12,53		+ 18,04		+ 26,26		+ 27,87		+ 35,02		+ 52,28		+ 63,20	
		100, 00		+ 6,81		+ 8,34		+ 12,00		+ 17,48		+ 18,55		+ 23,31		+ 35,47		+ 42,07
		219, 65	+ 33,39		+ 44,59		+ 62,01		+ 87,64		—87,04		—63,10		+ 7,36		+ 32,88	
II.	4, 046	100, 00		+ 14,71		+ 20,45		+ 28,02		+ 40,11		+ 42,59		+ 53,54		+ 85,93		+ 96,34
		100, 20	+ 14,25		+ 20,64		+ 27,87		+ 40,40		+ 42,95		+ 53,97		+ 86,73		—84, 05	

Potere rotatorio specifico della santonide in soluzioni alcooliche per i diversi raggi. T = 20°.

N.°	c	$[\alpha]_B$	$[\alpha]_C$	$[\alpha]_D$	$[\alpha]_E$	$[\alpha]_{b_1}$	$[\alpha]_F$	$[\alpha]_{\lambda_{4383}}$	$[\alpha]_{\lambda_{4226}}$
I.	1,831	+ 378	+ 462	+ 666	+ 969	+ 1028	+ 1292	+ 1966	+ 2332
II.	4,046	+ 442	+ 504	+ 693	+ 991	+ 1053	+ 1323	+ 2011	+ 2381

I coefficienti di dispersione sono i seguenti:

Soluzioni	B	C	D	E	b_1	F	λ_{4383}	λ_{4226}
I	1	1,22	1,76	2,56	2,72	3,42	5,20	6,17
			1	1,45	1,54	1,94	2,95	3,50
II	1	1,15	1,57	2,24	2,38	2,99	4,55	5,38
			1	1,43	1,52	1,91	2,90	3,57

Sembrerebbe che la dispersione, rispetto alla riga B, fosse maggiore per le soluzioni diluite: ma oltre che le differenze sono piccole bisogna anche notare che le misure rispetto alla riga B sono molto incerte specialmente per le soluzioni diluite: esaminando i coefficienti di dispersione rispetto alla riga D si vede che le due soluzioni hanno lo stesso potere dispersivo non solo, ma che il potere dispersivo della santonide si mantiene costante sia che sia sciolta nel cloroformio sia che sia sciolta nell'alcool.

Metasantonina ($C_{15}H_{18}O_3$) (p. di f. 136°).

Questo altro isomero della santonina fu ottenuto da Cannizzaro e Carnelutti [1] per l'azione dell'acido jodidrico e fosforo rosso sull'acido santonico e per l'azione degli acidi jodidrico o solforico concentrato sulla parasantonide. Si forma sempre contemporaneamente a un suo isomero che fonde a 160°,5: questi due, isomeri che sono ben cristallizzati e in forme molto differenti, si separano meccanicamente scegliendo i cristalli. Tanto Cannizzaro che Carnelutti ed io abbiamo trovato che i due isomeri hanno un potere rotatorio identico rispetto alla riga D. Era mia intenzione di vedere se la identità si mantiene per tutte le righe, ma non avendo avuto a mia disposizione una quantità sufficiente dell'altra metasantonina debbo rimettere ad altro tempo queste ricerche.

Osservazioni per la soluzione cloroformica di metasantonina. T = 20°.

c	L	B		C		D		E		b_1		F		λ_{4383}	
		α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1
2,206	219,65	+4,47		+5,04		+6,01		+8,08		+ 8,8		+10,5		+12,47	
	100,00		+2,03		+2,29		+2,73		+3,68		+4,07		+4,78		+5,68

Potere rotatorio specifico della metasantonina (p. di f. 136°)
in soluzione cloroformica per i diversi raggi. T = 20°.

c	$[\alpha]_B$	$[\alpha]_C$	$[\alpha]_D$	$[\alpha]_E$	$[\alpha]b_1$	$[\alpha]_F$	$[\alpha]_{\lambda_{4383}}$
2,206	+ 92	+ 104	+ 124	+ 167	+ 182	+ 217	+ 257

I coefficienti di dispersione sono i seguenti:

B	C	D	E	b_1	F	λ_{4383}
1	1,12	1,34	1,81	1,97	2,35	2,79
		1	1,34	1,46	1,74	2,07

Il potere dispersivo è quasi identico a quello della santonina e della maggior parte delle altre sostanze organiche studiate.

Parasantonato etilico ($C_{15}H_{19}O_4 . C_2H_5$).

Questo etere dell'acido parasantonico, acido di cui la parasantonide è l'anidride, fu preparato da Cannizzaro e Valente [2] per azione dell'acido cloridrico

(1) R. Acc. dei Lincei, Vol. II, Serie 3.
(2) R. Acc. dei Lincei, Vol. II, Serie 3.

gassoso sopra una soluzione di acido parasantonico nell'alcool etilico assoluto. È una sostanza bianca: cristallizza nel sistema trimetrico. Fonde esattamente a 173°. È levogiro.

Osservazioni per la soluzione cloroformica di parasantonato etilico. T = 20°.

c	L	B		C		D		E		b_1		F		λ_{4383}		λ_{4226}	
		α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1
8,826	219,65	— 11,1		—13,6		—19,03		—26,58		—27,84		—34,95		—52,25		—61,46	
	100,00		— 5,05		—6,19		—8,66		—12,11		—12,67		—15,91		—23,79		—27,98

c	$[\alpha]_B$	$[\alpha]_C$	$[\alpha]_D$	$[\alpha]_E$	$[\alpha]_{b_1}$	$[\alpha]_F$	$[\alpha]_{\lambda_{4383}}$	$[a]_{\lambda_{4226}}$
8,826	— 57	— 70	— 99	— 137	— 144	— 180	— 269	— 317

Carnelutti ed io avevamo trovato $[\alpha]_D = -99{,}9$ per $c = 4{,}977$.

Il potere dispersivo di questa soluzione è rappresentato dai numeri seguenti:

B	C	D	E	b_1	F	λ_{4383}	λ_{4226}
1	1,23	1,72	2,39	2,51	3,15	4,71	5,53
		1	1,39	1,46	1,83	2,73	3,20

Come si vede il potere rotatorio dispersivo del parasantonato etilico in soluzione cloroformica non è molto differente da quello della santonide e parasantonide: il valore $\frac{[\alpha]_{\lambda_{4226}}}{[\alpha]_D}$ veramente sarebbe assai più elevato, ma non bisogna tenerne molto conto per la difficoltà delle misure e la piccolezza della deviazione. — Si può pertanto ammettere che la formula di Boltzmann con tre costanti arbitrarie esprimerà con abbastanza esattezza anche per questa sostanza il fenomeno della dispersione.

Parasantonato propilico normale ($C_{15} H_{19} O_4 . C_3 H_7$)

Il parasantonato propilico normale fu preparato da Carnelutti e da me per azione dell'acido cloridrico gassoso sopra una soluzione di acido parasantonico nell'alcool propilico normale. È bianco, ben cristallizzato e fonde esattamente a 113°. È levogiro. Il suo potere rotatorio fu già determinato e fu trovato che il suo potere rotatorio molecolare in soluzione cloroformica è uguale a quello del parasantonato allilico [1].

[1] Gazzetta chimica italiana, T. X, pag. 256.

Osservazioni per la soluz. cloroformica di parasantonato propilico normale. T = 20°.

N.°	c	L	B		C		D		E		b_1		F		λ_{4383}	
			α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1
I.	13,073	219,65	—16,53		—19,52		—26,39		—36,7		—38,72		—48,07		—72,43	
		100,00		—7,52		—8,88		—12,01		—16,78		—17,63		—20,84		—32,97

Potere rotatorio specifico del parasantonato propilico normale in soluzione cloroformica per i diversi raggi. T = 20°.

c	$[\alpha]_B$	$[\alpha]_C$	$[\alpha]_D$	$[\alpha]_E$	$[\alpha]_{b_1}$	$[\alpha]_F$	$[\alpha]_{\lambda 4383}$
13,073	— 58	— 68	— 91	— 128	— 135	— 167	— 252

Per una soluzione cloroformica della concentrazione 5,222 Carnelutti ed io avevamo trovato

$$[\alpha]_D = -91,3$$

I coefficienti di dispersione sono i seguenti:

B	C	D	E	b_1	F	λ_{4383}
1	1,18	1,59	2,22	2,34	2,91	4,38
		1	1,40	1,47	1,83	2,76

Il potere dispersivo è identico a quello del parasantonato etilico.

Parasantonato allilico ($C_{15}H_{19}O_4 . C_3H_5$).

Questo etere è stato preparato da Carnelutti e da me per l'azione dell'acido cloridrico gassoso sopra una soluzione di acido parasantonico nell'alcool allilico, soluzione che si tiene raffreddata. Si distilla a pressione ridotta l'alcool allilico e si purifica l'etere per ripetute cristallizzazioni. È bianco, ben cristallizzato, fonde a 149°. È levogiro [1].

Osservazioni per la soluzione cloroformica di parasantonato allilico. T = 20°.

c	L	B		C		D		E		b_1		F		λ_{4383}		λ_{4226}	
		α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1
8,699	219,65	—10,35		—13,46		—17,36		—24,29		—25,65		—31,66		—47,38		—57,49	
	100,00		—4,71		—6,13		—7,9		—11,05		—11,67		—14,41		—21,57		—26,17

[1] R. Acc. dei Lincei, Vol. V, Serie 3, Transunti.

Potere rotatorio specifico del parasantonato allilico in soluzione cloroformica per i diversi raggi. T = 20°.

c	$[\alpha]_B$	$[\alpha]_C$	$[\alpha]_D$	$[\alpha]_E$	$[\alpha]_{b_1}$	$[\alpha]_F$	$[\alpha]_{\lambda 4383}$	$[\alpha]_{\lambda 4226}$
8,699	— 54	— 70	— 92	— 127	— 134	— 166	— 248	— 301

Carnelutti ed io avevamo trovato $[\alpha]_D = -91,8$ per $c = 7,573$.

Come ho detto parlando del parasantonato propilico normale era stato trovato che il potere rotatorio molecolare rispetto alla riga D degli eteri allilico e propilico sia dell'acido santonico che parasantonico sono uguali. Però avevamo notato che il potere rotatorio molecolare del composto allilico è sempre un po' inferiore a quello del corrispondente propilico: ma le differenze essendo assai piccole non potemmo stabilire se fossero o no dovute ad errori di osservazione. Le esperienze da me fatte risolvono la questione nel senso che realmente il potere rotatorio molecolare del composto allilico è inferiore a quello del corrispondente propilico: paragonando infatti fra loro i poteri rotatorî molecolari dei due eteri dell'acido parasantonico e limitandoci alla parte media dello spettro, dove le misure si fanno con assai esattezza, noi troviamo, chiamando M il peso molecolare respetttivo:

	$\frac{M[\alpha]_D}{100}$	$\frac{M[\alpha]_E}{100}$	$\frac{M[\alpha]_{b_1}}{100}$	$\frac{M[\alpha]_F}{100}$
Parasantonato propilico	279	391	412	512
» allilico	278,5	386	408	504

Mentre per la riga D i due poteri rotatorî molecolari si debbono ritenere uguali, per le righe di maggiore refrangibilità le differenze si fanno più grandi, divengono tali che non si possono attribuire ad errori di osservazione. Anche per la riga B il potere rotatorio molecolare dell'etere allilico è minore di quello del propilico: il contrario avviene per la riga C: ma per la incertezza che vi è nelle osservazioni rispetto a queste due righe, potendosi sbagliare anche di due unità nel potere rotatorio specifico, qualunque conclusione sarebbe infondata.

I coefficienti di dispersione del parasantonato allilico in soluzione cloroformica sono i seguenti:

B	C	D	E	b_1	F	λ_{4383}	λ_{4226}
1	1,13	1,69	2,34	2,47	3,06	4,58	5,55
		1	1,39	1,46	1,80	2,71	3,26

Il potere rotatorio dispersivo è identico a quello degli altri due eteri dell'acido parasantonico.

Acido santonico (C_{15} H_{20} O_4).

Si ottiene il sale baritico dell'acido santonico bollendo per molte ore una soluzione di santonina con un grande eccesso di barite caustica. Si precipita l'eccesso di barite con acido carbonico e dalla soluzione filtrata si precipita con acido cloridrico l'acido santonico che si depura per cristallizzazioni dall'etere. Si presenta in bellissimi cristalli del sistema trimetrico. Fonde a 168°. È levogiro.

Osservazioni per la soluzione cloroformica di acido santonico. T = 20°.

c	L	B		C		D		E		b_1		F		λ_{4383}		λ_{4226}	
		α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1
27,192	219,65	—29,48		—34,1		—44,47		—62,98		—66,61		—81,58		+ 62,23		+ 42,69	
	100,00		—13,42		—15,52		—20,25		—28,22		—30,33		—37,15		—53,62		—62,65

Potere rotatorio specifico dell'acido santonico in soluzione cloroformica per i diversi raggi. T = 20°.

c	$[\alpha]_B$	$[\alpha]_C$	$[\alpha]_D$	$[\alpha]_E$	$[\alpha]_{b_1}$	$[\alpha]_F$	$[\alpha]_{\lambda_{4383}}$	$[\alpha]_{\lambda_{4226}}$
27,192	— 49	— 57	— 74	— 105	— 112	— 137	— 197	— 230

I coefficienti di dispersione sono i seguenti:

B	C	D	E	b_1	F	λ_{4383}	λ_{4226}
1	1,16	1,51	2,13	2,25	2,76	3,99	4,65
		1	1,41	1,50	1,83	2,65	3,11

Il potere dispersivo dell'acido santonico può quindi dirsi intermedio fra il potere dispersivo della santonina e quello della parasantonide ecc. La dispersione, come si vede, è molto meno rapida per le righe più refrangibili.

Santonato propilico normale ($C_{15}H_{19}O_4 . C_3H_7$).

Il santonato propilico normale fu preparato da Carnelutti e da me [1] per l'azione dell'acido cloridrico gassoso sopra una soluzione di acido santonico nell'alcool propilico normale. Al contrario degli altri eteri dell'acido santonico, che sono tutti cristallizzati, questo etere è un liquido sciropposo, incoloro che bolle a 220° alla pressione di 3mm. La sua densità è $d_4^{20} = 1,125$. È levogiro. Il suo potere rotatorio specifico ricavato dalle soluzioni cloroformiche coincide con quello direttamente determinato. Ho fatto esperienze sopra l'etere liquido e sopra una soluzione cloroformica.

Osservazioni per la soluzione cloroformica di santonato propilico. T = 20°.

c	L	B		C		D		E		b_1		F		λ_{4383}	
		α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1	α	α_1
7,207	219,65	—5,04		—5,13		—6,28		—9,43		—9,69		—12,19		—17,64	
	100,00		—2,29		—2,33		—2,85		—4,29		—4,41		—5,55		—8,48

(1) Gazzetta chimica italiana, T. X, pag. 256.

Potere rotatorio specifico del santonato propilico in soluzione cloroformica per i diversi raggi. T = 20°.

c	$[\alpha]_B$	$[\alpha]_C$	$[\alpha]_D$	$[\alpha]_E$	$[\alpha]_{b_1}$	$[\alpha]_F$	$[\alpha]_{\lambda_{4383}}$
7,207	—31,8	— 32,4	— 40	— 60	— 61	— 77	— 113

E per il potere dispersivo abbiamo:

B	C	D	E	b_1	F	λ_{4383}
1	1,02	1,24	1,87	1,92	2,42	3,56
		1	1,50	1,52	1,93	2,83

Ho cercato anche di fare misure direttamente sull'etere liquido, ma ho incontrato grandi difficoltà a cagione del forte potere assorbente che possiede. Do qui soltanto i resultati pel potere dispersivo i quali coincidono con quelli di sopra:

D	E	b_1	F
1	1,50	1,60	2,04

È notevole il modo di dispersione di questo etere: prendendo i coefficienti di dispersione rispetto alla riga B essi sono di poco superiori a quelli della santonina, cosicchè per quel che abbiamo detto in principio si può concludere all'identità del potere dispersivo: al contrario i coefficienti di dispersione rispetto alla riga D coincidono con quelli della parasantonide. Il valore trovato per $[\alpha]_D$ è un po'troppo piccolo: Carnelutti ed io con metodi esatti trovammo $[\alpha]_D = - 42$. Basterebbe usare di questo numero perchè la dispersione rispetto alla riga D fosse identica a quella dell'acido santonico e della santonina. Ho voluto portare questo esempio per dimostrare come sia facile cadere in errore e come falsamente si potrebbe concludere se non si tenesse conto della influenza degli errori di osservazione.

CONCLUSIONI

Per quel che riguarda le relazioni esistenti fra le lunghezze d'onda dei varî raggi e le deviazioni o i poteri rotatorî specifici respettivi delle sostanze attive io credo si possa concludere che la formula di Cauchy-Boltzmann esprime sempre esattamente il fenomeno sia che si tratti di sostanze dotate di piccola dispersione, sia che si tratti di sostanze le più fortemente dispersive, come la parasantonide e la santonide, e anche di sostanze che offrono anomalie nel potere dispersivo come l'acido tartarico. Nel 1° caso una formula con due costanti arbitrarie, ambedue positive, sarà sufficiente; nel 2° ne saranno necessarie tre, di cui l'una negativa od anche tutte e tre positive; nel 3° (il solo caso noto è l'acido tartarico) basteranno pure due costanti arbitrarie, una delle quali negativa. Prendo come esempio una qualunque delle soluzioni di acido tartarico che offrono anomalie: è una soluzione al 60 $_0/^0$ che dà un massimo di deviazione pel giallo e pel verde:

C	D	E	b	F
+ 6,53	+ 7,16	+ 7,16	+ 6,83	+ 5,99

Or bene la seguente formula

$$[\alpha]_\lambda = \frac{4,6306}{10^6.\lambda^2} - \frac{0,7516}{10^{12}.\lambda^4}$$

esprime con la più grande esattezza il fenomeno: infatti abbiamo

Righe	Calcolato	Trovato	Differenza
C	6,70	6,53	+ 0,17
D	7,10	7,16	— 0,06
E	6,94	7,16	— 0,22
b	6,82	6,83	— 0,01
F	6,13	5,99	— 0,14

Come si vede l'accordo non potrebbe essere più perfetto.

Il solvente non sembra che abbia in generale una grande influenza sul potere dispersivo. Infatti abbiamo visto che la santonina e la santonide, sebbene abbiano un potere rotatorio specifico assai diverso nel cloroformio e nell'alcool, hanno sempre un identico potere dispersivo. Per potere in modo assoluto decidere su questa questione sarebbe necessario di fare esperienze con sostanze le quali hanno poteri rotatorî specifici molto diversi secondo che sono sciolte in un solvente piuttosto che in un altro, per es. la cinconidina che sciolta nell'alcool ha un potente rotatorio specifico metà di quello che possiede quando è sciolta nell'acqua. Lo stesso è a dirsi riguardo all'influenza della concentrazione delle soluzioni: anche in quei casi in cui la concentrazione fa variare il potere rotatorio specifico il potere dispersivo si mantiene costante, così per es. per la santonina in soluzione cloroformica e la santonide in soluzione alcoolica. Anche su questo punto però mi astengo dal concludere in modo assoluto perchè a far ciò sarebbe necessario esaminare sostanze come la nicotina in soluzione acquosa il cui potere rotatorio specifico per le soluzioni concentrate è doppio che per le soluzioni diluite.

La questione se i due eteri allilico e propilico dell'acido santonico e parasantonico hanno lo stesso potere rotatore molecolare ovvero, come Carnelutti ed io avevàmo sospettato, il composto allilico anche per la riga D ha realmente un potere rotatorio molecolare minore, è risoluta in quest'ultimo senso dietro i miei studî sui due eteri dell'acido parasantonico. Comparando i poteri rotatorî molecolari dei due eteri rispetto alle righe E b_1 F si vede che quello del composto allilico diventa sempre minore di quello del propilico mentre per la riga D le differenze erano tanto piccole che si potevano attribuire ad errori di osservazione.

La grandezza della dispersione non sembra stare in relazione, come si potrebbe credere, colla grandezza della deviazione. Perchè se da un lato noi abbiamo il fatto che la parasantonide e la santonide, avendo il più gran potere rotatorio specifico, hanno anche la più grande dispersione, dall'altro abbiamo anche il fatto che la santonina ha un potere dispersivo assai minore del parasantonato allilico, il quale ha un potere rotatorio specifico che è circa la metà di quello della santonina: analoga considerazione è da farsi per la santonina stessa rispetto al santonato propilico, che ha un potere rotatorio specifico quattro volte più piccolo.

I corpi che ho studiato sono tutti derivati di una medesima sostanza, la santonina, ma non può dirsi che abbiano tutti lo stesso potere dispersivo. La parasantonide,

la santonide, i composti parasantonici specialmente per le righe F, λ_{4383} e λ_{4226} hanno coefficienti di dispersione molto più grandi della santonina e della metasantonina, ed anche, sebbene in minor grado, dell'acido santonico e del santonato propilico. E così un'altra difficoltà si aggiunge alle tante che già ci sono quando si cerchi di stabilire delle relazioni fra il potere rotatorio e la costituzione dei composti del carbonio. I valori $[\alpha]$ e per conseguenza $[\alpha]M$ sono valori dipendenti da tante circostanze che difficilmente rappresentano delle vere costanti fisiche, sulle quali unicamente si possono basare delle teorie. Ed infatti, supponendo anche eliminata l'influenza della temperatura, solamente le sostanze attive liquide, che sono pochissime, si presterebbero ad uno studio comparativo, ove prima si fosse ben constatato che quelle prese in esame hanno un identico potere dispersivo. Quanto alle sostanze solide, oltre che la influenza della temperatura, vi è poi sempre o quasi sempre la influenza della concentrazione delle soluzioni e sempre si può dire la influenza del solvente. Il metodo proposto dal prof. Landolt di sciogliere la sostanza in diversi solventi e in varia proporzione per ciascun solvente, di costruire per ciascun solvente la curva che esprime le variazioni del potere rotatorio specifico in funzione del $^0/_0$ di solvente e quando nelle equazioni che si ottengono.

$$[\alpha] = A + Bq + Cq^2 + \ldots\ldots$$

i valori di A coincidono, prendere questi valori e compararli, è un metodo certamente ottimo, ma che per lo studio comparativo dei poteri rotatorî molecolari riesce disgraziatamente di poca utilità perchè poche sono le sostanze organiche attive solubili in molti solventi e molto solubili in ciascuno, condizioni queste essenziali perchè si possa avere confidenza nei valori A. Ed anche nella ipotesi più favorevole resta sempre la difficoltà del potere dispersivo. Qualunque relazione si stabilisca fra i poteri rotatorî molecolari di due o più composti rispetto ad una data riga, la D ad esempio, prendendo pure i valori A invece che $[\alpha]$, potrà non più sussistere od essere anche completamente invertita per un' altra riga quando le sostanze studiate non abbiano lo stesso potere dispersivo. Se hanno al contrario lo stesso potere dispersivo le relazioni trovate si manterranno o inalterate del tutto o varieranno ma sempre in modo che per ciascuna riga tra le diverse sostanze si manterrà lo stesso genere di relazioni: così ad esempio se si tratta di rapporti questi si manterranno inalterati, se si tratta invece di una differenza costante varierà la grandezza di questa costante, ma in fine la relazione trovata sussisterà sempre. Altra difficoltà quando si vogliano stabilire relazioni fra i poteri rotatorî molecolari e si voglia anche tener conto del potere dispersivo è quella delle incertezze delle misure, la quale fa sì che spesso si debba restare in dubbio se si tratti di una vera e propria particolarità inerente alla sostanza o alla soluzione o di un errore di osservazione. Questo è appunto il caso del santonato propilico quanto ai coefficienti di dispersione, e del potere rotatorio molecolare del parasantonato allilico rispetto alla riga C. Si hanno delle anomalie, ma non si può affermare se sieno o no colpa degli errori di osservazione. Venendo in modo particolare ai composti santonici per i quali da Carnelutti e da me erano state notate alcune variazioni regolari nei poteri rotatorî molecolari, e precisamente che per gli eteri dell'acido santonico e parasantonico l'aumento di CH produce una diminuzione costante nel potere

rotatorio molecolare, i resultati dei miei studi non contraddicono alle conclusioni che noi traemmo dalle nostre esperienze eseguite rispetto alla riga D. Per tutti gli eteri dell'acido parasantonico che ho studiato i coefficienti di dispersione non potrebbero essere più concordanti, quindi la differenza costante trovata per la riga D tra i parasantonati metilico, etilico e propilico si manterrà pure costante per le altre righe e soltanto il suo valore sarà diverso. E quindi credo che si possa in modo assoluto dire che l'aggiunta di un CH_2 nella molecola per gli eteri dell'acido parasantonico e santonico produce un abbassamento graduale e presso a poco costante del potere rotatorio molecolare. In altri casi invece sembra che produca un aumento costante: questo è il caso degli eteri metilico, etilico e propilico dell'acido tartarico. Nè questo deve far meraviglia giacchè in fondo è conforme alla spiegazione che del potere rotatorio delle sostanze organiche dà la teoria di Le Bel e di Van 't Hoff.

Le determinazioni fisiche relative a questo lavoro sono state eseguite nell'Istituto fisico della R.ª Università di Roma: la preparazione e purificazione delle sostanze nell'Istituto chimico di questa medesima Università.

Sulle milze accessorie, e sulla neoformazione della milza per processi patologici della milza primaria.

Memoria del dott. GUIDO TIZZONI

approvata per la stampa negli Atti dell' Accademia
nella seduta del 25 giugno 1882.

(Con due tavole)

Dopo la pubblicazione dei miei lavori sulla riproduzione della milza ([1]), non meno degli altri patologi sentii vivo il desiderio ed il dovere di estendere i fatti da me studiati, e di sfruttare a benefizio della scienza il nuovo campo che veniva aperto alla ricerca, e che già faceva intravedere interessantissime conclusioni generali. Al volere però non sempre corrisponde il potere, ed in patologia, come in ogni scienza sperimentale, anche la volontà la più ferrea è fatalmente subordinata ai mezzi opportuni di ricerca, onde la febbre del lavoro, l'attività scientifica individuale, viene di sovente smorzata o paralizzata completamente dalla deficienza o dalla mancanza assoluta dei materiali necessarî da studio. Questa appunto è la ragione per la quale le mie nuove ricerche furono non poche ritardate e fù limitato grandemente il numero delle mie osservazioni; e ciò piacemi dichiarare fino da principio, onde per questo come per altri lavori si addebiti non a me direttamente, ma alle particolari condizioni nelle quali ho dovuto lavorare, la scarsezza dei fatti prodotti. In Bologna infatti non esiste fino ad oggi un Laboratorio di patologia generale e sperimentale, ed io sarei dovuto rimanere nell'assoluta inazione, se la nostra Scuola veterinaria ed il Gabinetto di zoologia non mi avessero offerto un asilo e quei pochi mezzi da studio dei quali potevano disporre. Sento perciò il dovere di esprimere la mia viva riconoscenza a tutto il personale di questi due Istituti, e specialmente ai colleghi ed amici G. B. Ercolani, A. Gotti, e C. Emery, che niente trascurarono perchè mi fosse resa possibile la continuazione dei miei lavori sulla fisio-patologia della milza.

La diffidenza con la quale vennero accolte da qualche patologo le mie precedenti ricerche sulla riproduzione totale della milza ([2]), in seguito all'osservazione e all'interpetrazione di alcuni fatti casualmente rinvenuti dopo la pubblicazione dei miei lavori, rendono oggi questa questione molto più complessa e richiedono perciò che questa venga trattata da un punto di vista più generale, esaminando cioè, se il grand' omento possa dar luogo a neoformazione di tessuto splenico durante la vita extrauterina, in quali condizioni e per quali cause abbia luogo questa neoproduzione, e finalmente quale sia la sua significazione, vale a dire se debba considerarsi come una pura accidentalità, come semplice sviluppo di germi embrionali rimasti per molto tempo inattivi nelle duplicature del peritoneo, o se rappresenti un' esagerazione di attività fisiologiche

([1]) Tizzoni e Fileti, *Studi patologici e chimici sulla funzione ematopoetica.* Atti della r. Acc. dei Lincei, Ser. 3ª, Vol. X. — Tizzoni, *Sulla riproduzione della milza.* Atti della r. Accad. dei Lincei, Ser. 3ª, Vol. X.

([2]) Foà, *Sulla cosidetta riproduzione della milza.* Lo Spallanzani. Fasc. I-II, Anno XI, Ser. 2ª, 1882.

del tessuto connettivo ancora poco note, e un compenso alle alterazioni della milza, del midollo delle ossa e degli organi emato-poetici in generale.

Per risolvere queste questioni, voleva stabilire dapprima se le piccole e numerose milze neoprodotte delle grandi duplicature del peritoneo possano trovarsi già nei cani appena nati, o si formino solamente nel corso della vita extrauterina, e determinare esattamente le condizioni istologiche del grande omento di questi piccoli animali, che per i bisogni dovuti al rapido sviluppo del loro corpo deve trovarsi nella sua prima attività funzionale; ma le difficoltà incontrate nel raccogliere il materiale sufficiente per questo studio, nonostante che fossi validamente coadiuvato dal dott. Bonvicini, mi fecero rimettere ad altra epoca la pubblicazione dei resultati ottenuti da questa ricerca.

Onde risolvere il secondo punto della questione, del rapporto che passa fra la neoformazione delle piccole milze e l'alterazioni materiali e funzionali della milza primaria, non credei giusto, seguendo il consiglio di qualche patologo, di esaminare attentamente il grande omento durante la splenectomia, allo scopo di determinare se i noduli disseminati in questa sierosa fossero precedenti e in nessuna relazione con l'operazione praticata, giacchè è da tutti conosciuta la facile reazione agli stimoli del grand' omento da una parte, e dall'altra accettato da tutti i patologi il principio, che tanto più facile avviene la riproduzione di un tessuto o di un organo, quanto meno fu alterato il tessuto matrice.

E per questo che nelle nuove splenectomie da me praticate al fine di continuare gli studi sulla riproduzione totale della milza, e delle quali sarà data relazione in altro lavoro, non esitai nemmeno un momento a mettere in pratica la solita incisione laterale dell'addoma, quel solito processo che mi aveva dato sì buoni risultati nei miei primi esperimenti, come quello che meno ci allontana dalle condizioni normali, che conduce ad una pronta guarigione senza forte irritazione ed alterazione del tessuto matrice, piuttosto che ricorrere al taglio mediano e all'esame minuzioso del grand' omento.

Così, come ben si comprende, non restava altro che cercare la soluzione dei problemi sopra proposti in una serie di svariatissime ricerche che mirassero tutte allo stesso fine, mentre partivano da punti differenti, e che saranno successivamente rese di pubblica ragione. L'attuale pubblicazione, che comprende solo quanto io ebbi ad osservare sulle milze succenturiate e sulle milze neoformate del cane per alterazioni della milza grande, non ha perciò altro scopo, che di rilevare alcuni fatti, i quali, mentre confermano quanto ebbi già ad esporre sulla riproduzione sperimentale della milza, e c'indicano un' altra condizione nella quale ha luogo questa neoformazione, valgono altresì a portare un piccolo contributo agli altri problemi sopra enunciati.

Esposto il piano col quale io intendo di risolvere le questioni sopra accennate, e dichiarato l'ordine delle ricerche che devon formar parte di questa Memoria, mi preme di dare ancora una spiegazione prima d'entrare in materia, onde le mie idee abbiano ad esser giustamente interpetrate. Quando con i miei lavori io son venuto ad ammettere il fatto della riproduzione della milza, io certamente non ho inteso di sostenere che questa riproduzione debba avvenire in tutti i casi, ma ho voluto dimostrarne solo la possibilità; è infatti la legge della possibilità che cerca il patologo, al contrario del matematico, e che arriva assai più facilmente a conoscere della legge della necessità. Anche per i tessuti, che sono parti

del corpo di costituzione assai meno complessa degli organi, valgono appunto le stesse considerazioni; mentre nessuno negherebbe oggi la possibilità della riproduzione delle fibre nervose e muscolari, nel caso pratico errerebbe grandemente se credesse di rinvenire questa riproduzione in ogni esperimento, come quando sopravviene forte supporazione della parte e profonda alterazione del tessuto matrice ad esempio. Ho creduto necessario di fare queste dichiarazioni, perchè non si credesse di dover trovare la riproduzione della milza in ogni animale operato di splenectomia, e perchè i fisiologi e i patologi male impressionati dagl'insuccessi nei quali potessero incorrere, non si lasciassero troppo facilmente trasportare da idee contrarie alle mie e trascurassero la parte più interessante dello studio della riproduzione della milza, vale a dire lo studio delle condizioni nelle quali questa riproduzione ha luogo. E nei miei precedenti esperimenti, appena io ebbi dimostrata la possibilità di questa riproduzione, mi affrettai appunto di ricercare la ragione per la quale quella era avvenuta in alcune osservazioni mentre era mancata in altre, ed arrivai allora alla conclusione, che la riproduzione della milza erasi verificata solo in quei casi nei quali l'animale non aveva risentito niente della praticata operazione e nei quali tanta poca era stata l'irritazione portata sul peritoneo, che alla sezione trovavasi l'epiploon gastro-splenico ancora fortemente infiltrato di grasso e libero nel fondo dell' ipocondrio e della fossa lombare sinistra. Le ricerche di Griffini (¹) e le mie (²) sulla riproduzione parziale della milza, non fecero che confermare tutte le conclusioni sopra enunciate a riguardo della riproduzione totale, dimostrando che la rigenerazione di piccoli pezzetti asportati dalla milza, avviene molto facilmente e per opera del grand'omento, quando l'asportazione si fa con mezzi che non destano grande irritazione locale, come allorchè ci si serve del tagliente, mentre manca quando si produce una perdita di sostanza della milza o un'alterazione qualsiasi di questo viscere con mezzi che destano una forte reazione, come quando si adoprano i caustici ad esempio.

E da questo punto di vista hanno molta importanza le ricerche che formano soggetto della presente Memoria, in quanto valgono a confermare le conclusioni dei miei precedenti lavori non solo, ma in quanto servono ancora a far conoscere una nuova condizione nella quale avviene la neoformazione della milza.

Nelle indagini istologiche di questi miei lavori, io mi giovai con vantaggio, per lo studio dell'omento, della distensione di questa membrana col mezzo della semidisseccazione dei bordi come consiglia il Ranvier, della colorazione doppia con ematossilina ed eosina, e dell' estrazione con l' alcool dell' eccesso dell' ultima sostanza colorante prima di chiudere definitivamente il preparato in balsamo del Canadà; e per lo studio delle piccole milze, mi valsi con profitto delle colorazioni con ematossilina, con picrocarminio di Weigert o con carminio borico di Grenacher, delle sezioni di questi noduli in serie complete per mezzo del microtomo a slitta di Thoma, e dello incollamento dei tagli sul vetrino portaoggetti col metodo di Giesbrecht (³).

(¹) Griffini, *Sulla riproduzione parziale della milza* — Comunicazione preventiva. — Giornale Internazionale delle Scienze Mediche. Anno IV. — Arch. per le Scienze Mediche Vol. VI. Fasc. 3.

(²) Le conclusioni dei miei studî sulla riproduzione parziale della milza, che confermano pienamente i resultati ottenuti dal prof. Griffini, vennero esposte al X. Congresso dell'Associazione medica italiana tenutosi in Modena — Vedi quindi i Resoconti di questo Congresso.

(³) *Giesbrecht*, Zoolog. Anzeiger, 1881, n. 92, p. 484.

1° Delle milze succenturiate.

Questo studio venne fatto su larga scala nel cane, e solo in piccola proporzione nell'uomo e nel coniglio. N° 60 cani di varia razza ed età, tutti sani od almeno apparentemente sani, e la massima parte uccisi espressamente per queste ricerche, furono da me esaminati attentamente insieme al carissimo amico prof. A. Gotti: di questi, solo 7 presentarono delle milze succenturiate. Ecco i protocolli di quelle sezioni nelle quali furono rinvenute milze accessorie.

Osserv. 1ª. Grosso cane bull-dog giovane; si notano alla sezione tre piccole milze succenturiate nell'epiploon gastro-splenico in prossimità dell' estremo inferiore della milza grande; ciascuna di queste milze succenturiate è attaccata ad una piccola ripiegatura speciale del peritoneo e riceve una sottile diramazione dell'arteria splenica; la più grande di queste milze raggiunge la grossezza di un fagiuolo, la mezzana è appena del volume di un pisello, la più piccola non è più grossa di una veccia. Hanno forma sferica, superficie liscia e regolare (all'infuori di qualche appendice grassosa nella più grossa), e un colore rosso cupo del tutto eguale a quello della milza grande; presentano alla sezione la capsula assai spessa e facilmente distaccabile con leggiere trazioni, chiaramente visibili i corpuscoli di Malpighi, la polpa di aspetto del tutto normale e perfettamente eguale a quella della milza grande, eccetto nel più piccolo di questi nodi, nel quale il colore più bruno di alcune parti della polpa e la sua maggior mollezza fanno sospettare la presenza d'infarti emorragici. Il grande omento è fortemente adiposo e non presenta neoformazioni di tessuto splenico, come non se ne vedono in nessun' altra ripiegatura del peritoneo. La milza grande è normale.

Nelle sezioni microscopiche complete delle due milze più grandi, si vede una capsula fibrosa assai spessa, limitata all'esterno da un contorno regolare, formato dalle cellule endoteliali della sierosa peritoneale disposte in bell'ordine, meno in due o tre punti che corrispondono a delle piccole appendici adipose, mentre il contorno interno di questa capsula è piuttosto irregolare per piccole insenature formate da accumuli di globuli bianchi; i corpuscoli di Malpighi, che nel piano massimo di sezione arrivano al numero di 4 o 5, sono normali, come normale è la tessitura della polpa, fatta eccezione di un poco d' ispessimento delle grosse trabecole; scarsissime sono le cellule con nucleo in gemmazione, del tutto mancanti i globuli rossi nucleati, anche ricercati nelle preparazioni a fresco e nelle preparazioni colorate con ematossilina nelle quali questi globuli si sogliono facilmente rilevare.

La milza più piccola differisce dalle altre due solo per una maggiore infiltrazione di globuli bianchi e di sangue nella parte interna della capsula, infiltrazione che ha prodotto in alcuni punti di questa uno smagliamento piuttosto considerevole, e per una forte dilacerazione del reticolo della polpa operata da uno stravaso sanguigno di un certo rilievo, stravaso in mezzo al quale si notano i resti dello stroma della polpa e le vene cavernose fortemente dilatate e ripiene di sangue.

Perciò, queste tre milze soprannumerarie hanno, per la loro costituzione istologica, tutti i caratteri della milza grande, salvo un po' d'ispessimento nelle trabecole dei due noduli più grossi, e una forte infiltrazione emorragica della polpa con dilacerazione della parte interna della capsula nel più piccolo.

Osserv. 2ª. Grosso e vecchio cane barbone, morto nella scuola veterinaria per antiche lesioni della laringe contro le quali era stata praticata inutilmente la tracheotomia. Nella parte sinistra del grand'omento, e precisamente nel terzo inferiore del suo bordo sinistro, si osserva una piccola milza soprannumeraria, lunga 1 cent. e larga 8 mill., di colore rosso bruno, di forma schiacciata e un po' allungata, a superficie liscia e regolare, se si eccettua qualche piccola appendice grassosa, e un leggiero infossamento in una delle sue faccie corrispondente al punto d'ingresso dei vasi sanguigni. Alla sezione, presenta una capsula non molto spessa e che si lascia con facilità distaccare dalla polpa, dei corpuscoli di Malpighi visibili appena con una lente semplice, ed una polpa più molle della normale, disseminata nella sua parte periferica di punti e di chiazze brune, alterazioni della polpa che si rinvengono pure nella milza grande. Al dintorno di questo nodulo soprannumerario, si vedono 7 od 8 piccole emorragie, alla sezione delle quali esce solo del sangue ancora liquido; di tali emorraggie se ne trovano in gran numero anche nella milza grande e in altre parti del corpo, da far sospettare che quest' animale fosse soggiaciuto ad un' infezione settica. Nelle altre parti del corpo non si osserva niente di speciale che possa avere interesse con le attuali ricerche.

Nelle sezioni microscopiche della milza soprannumeraria, si osserva la capsula distesa e assottigliata, limitata nettamente all'esterno dal connettivo dell'epiploon ricco di adipe, nel quale manca qualsiasi accenno a formazione di tessuto splenico, all'interno infiltrata in due o tre punti da globuli bianchi e smagliata da vasi sanguigni dilatati, vasi che sono in continuazione con quelli della polpa; i corpuscoli di Malpighi sono normali, la polpa è ricca di cellule midollari nelle parti centrali, presenta piccole emorragie e vasi fortemente dilatati al disotto della capsula; tanto nel sangue stravasato quanto nell'interno dei vasi, si vedono qua e là degli ammassi di schizomiceti (microsporon septicum); sono molto scarse le cellule con nucleo in gemmazione, mancano i globuli rossi nucleati. Nel resto dell' omento non si trova niente altro che meriti di esser notato. Nella milza grande si osservano le stesse alterazioni rinvenute nella milza soprannumeraria.

Perciò, anche in questo caso, la piccola milza accessoria era formata da un tessuto già completamente sviluppato e del tutto identico a quello della milza grande, con la quale aveva a comune ancora le varie alterazioni, come il rammollimento della polpa e le piccole emorragie per embolismo parassitario.

Osserv. 3ª. Grosso cane mastino giovane; il grand' omento è molto adiposo e non presenta nessuna milza. Nell'epiploon gastro-splenico si nota sul corso del ramo inferiore dell'arteria splenica, a 3 cent. di distanza della milza grande, una piccola milza soprannumeraria, di forma sferica, della grossezza di un pisello, circondata da ogni parte dal tessuto adiposo dell'epiploon, meno in una piccola chiazza, che comparisce a superficie liscia, regolare, e di un colore rosso bruno del tutto simile a quello della milza grande; questo piccolo nodulo riceve una sottile diramazione vascolare del tronco dell'arteria splenica sopra nominata. Alla sezione si vede una

capsula sottile e ben distinta, che si lascia facilmente distaccare dalla polpa; i corpuscoli di Malpighi e la polpa hanno l'aspetto delle parti corrispondenti della milza grande, la quale presentasi del tutto normale. Nient'altro di speciale che possa interessare l'argomento che stiamo trattando si rinviene in questa sezione.

Nelle preparazioni microscopiche si vede una capsula sottile ma ben distinta, che per circa $^3/_4$ della sua circonferenza si continua col tessuto adiposo dell'omento, nel quale non si osserva la minima traccia di formazione di tessuto splenico; i corpuscoli e la polpa di questo piccolo nodulo sono normali e simili alle parti corrispondenti della milza grande. Non si vedono nè cellule con nucleo in gemmazione, nè globuli rossi nucleati; per converso si notano invece molte cellule globulifere.

Anche in questo caso perciò, si aveva una milza soprannumeraria dell'epiploon gastro-splenico, costituita di parti già completamente sviluppate, e del tutto identica macroscopicamente e microscopicamente alla milza grande.

Osserv. 4ª. Piccolo cane volpino giovane; nella parte superiore del bordo sinistro del grand'omento, presenta una piccola milza soprannumeraria, appesa a questa sierosa per un sottilissimo filamento, della lunghezza di mezzo centimetro circa; è grossa quanto un capo di spillo, ha una forma sferica, una superficie liscia e un colore rosso scuro come quello della milza grande che mostrasi normale.

Le sezioni microscopiche di questo piccolo nodulo, mostrano una capsula fibrosa piuttosto spessa e regolarissima, limitata all'esterno da una serie di cellule endoteliali disposte in bell'ordine, ad eccezione del punto d'attacco del peduncolo sopra rammentato, e tre corpuscoli di Malpighi del tutto normali; nella polpa non si vedono cellule con nucleo in gemmazione e globuli rossi nucleati, e si nota di particolare solo un poco d'inspessimento dei grossi setti fibrosi.

Questa sezione ci offriva perciò una piccola milza soprannumeraria, formata da parti già completamente sviluppate e del tutto identiche alla milza grande, se si eccettua un poco d'inspessimento dei grossi setti fibrosi.

Osserv. 5ª. Piccolo cane volpino giovane; presenta una milza soprannumeraria nell'epiploon gastro-splenico in prossimità della milza grande; è sferica, grossa quanto un pallino da caccia n. 3, non è peduncolata, ha una superficie regolare, un colore rosso bruno che traspare attraverso il sottile strato di connettivo delle lamine dell'omento.

Il microscopio mostra una capsula assai spessa e fibrosa, la quale si continua all'esterno con il connettivo dell'omento, che non presenta traccia di neoproduzione di tessuto splenico; dei due corpuscoli che contiene questa milza, uno è nel centro del nodulo, l'altro subito sotto la capsula, che in corrispondenza di quello è fortemente assottigliata; la polpa comparisce indurita per forte sviluppo di tessuto connettivo, e come quella della milza grande presenta qua e là dei piccoli accumuli di pigmento melanico; non si vedono globuli rossi nucleati e si osservano solo pochissime cellule con nucleo in gemmazione.

In quest'osservazione avevamo quindi una piccola milza soprannumeraria dell'epiploon gastro-splenico, formata da parti già completamente sviluppate e del tutto identiche a quelle della milza grande, con la quale aveva a comune altresì i depositi di pigmento melanico.

Osserv. 6ª. Piccolo cane grifone molto vecchio e molto grasso; presenta nell'epiploon gastro-splenico in prossimità della testa della milza, un piccolo nodulo soprannumerario, appeso a quella sierosa per un sottilissimo filamento; questo nodulo ha una grossezza eguale a quella di una veccia all' incirca, una forma decisamente sferica, un colore rosso cupo simile a quello della milza grande, ed una superficie liscia e regolare; per la sottigliezza del peduncolo che la sostiene non si riesce a distinguere se l'arteria che va a questo nodulo è una diramazione dell'arteria splenica, ciò che del resto sembra molto probabile per la sua vicinanza al ramo inferiore di quell'arteria. La milza grande è del tutto normale. Alla sezione si nota che la capsula assai spessa si distacca difficilmente dalla polpa, e che i corpuscoli di Malpighi e la polpa sono normali e simili per l'aspetto alle parti corrispondenti della milza grande, salvo un poco d'indurimento della polpa.

Le preparazioni istologiche dimostrano che la capsula è limitata all'esterno per quasi tutta la sua estensione da una serie di cellule endoteliali della sierosa peritoneale, che i corpuscoli di Malpighi sono normali, e che la polpa presenta di notevole solo un poco d'inspessimento del tessuto connettivo (splenite indurante); mancano i globuli rossi nucleati e le cellule con nucleo in gemmazione.

Avevamo quindi anche in questo caso una piccola milza soprannumeraria dell'epiploon gastro-splenico, simile per i caratteri macroscopici e microscopici delle varie sue parti alla milza grande, se si eccettua un poco d'inspessimento delle grosse trabecole della polpa.

Osserv. 7ª. Piccolo cane volpino vecchissimo e molto grasso; presenta nell'epiploon gastro-splenico, verso l'estremo inferiore della milza grande, una piccola milza accessoria, della forma di una pera, del volume di un pisello all' incirca, del colore rosso cupo della milza grande e avente una superficie irregolare per piccole appendici adipose; riceve sangue da una piccola branca della diramazione inferiore dell'arteria splenica. Alla sezione, si nota una capsula sottile, ben distinta, e che facilmente si distacca dalla polpa, dei corpuscoli di Malpighi e una polpa simili per l'aspetto alle parti corrispondenti della milza grande, che macroscopicamente e microscopicamente mostrasi normale.

Le preparazioni istologiche di questa milza soprannumeraria presentano la capsula di discreto spessore, infiltrata di sangue nella sua parte interna, e in continuazione con appendici adipose, senza traccia di neoformazione di tessuto splenico, nella sua parte esterna; dei 4 corpuscoli che si osservano nell'interno del nodulo, uno trovasi subito sotto la capsula, la quale in corrispondenza di questo corpuscolo è assottigliata e infiltrata in parte di globuli bianchi; i corpuscoli e la polpa hanno del resto l'aspetto istologico delle parti omonime normali della milza grande, e non mostrano in nessun punto del tessuto splenico in via di sviluppo.

Avevamo perciò in questa sezione, una milza accessoria dell'epiploon gastro-splenico, costituita da parti già completamente sviluppate e del tutto identiche a quelle della milza grande.

Oltre i casi riferiti delle milze soprannumerarie del cane che più direttamente interessano le quistioni che sto studiando, mi piace riferire ancora il reperto di tre milze succenturiate del coniglio e dell'uomo che ebbi occasione di raccogliere in

passato, per il valore che mi sembra debbano avere nelle conclusioni che saremo per formulare su questo argomento.

Osserv. 8ª. Nella sezione di un grosso coniglio stato infettato con virus difterico, si trova in prossimità della milza grande un piccolo nodulo soprannumerario, grosso poco più di un grano di miglio, di forma sferica leggermente appiattita, a superficie liscia e regolare, di un colore rosso cupo simile a quello della milza grande, e che presenta evidente tumefazione acuta per effetto dell'infezione difterica.

Fatte delle sezioni microscopiche in serie completa col microtomo a slitta, si trova che la piccola milza soprannumeraria ha l'aspetto di milza normale, che è limitata nettamente da una spessa capsula fibrosa rivestita da uno strato di cellule endoteliali (Tav. I, fig. 6 *a*, *b*, *c*), e che verso uno dei poli di questa milza, e precisamente dal lato per il quale s'attacca all'epiploon, presenta un altro piccolo nodulo, del diametro massimo di mill. 0,3-0,4, e con tutti gli elementi istologici del tessuto pancreatico normale ad eccezione dei dutti d'escrezione (Tav. I, fig. 6 *d*); avevasi insomma ad una volta un pancreas ed una milza accessorî.

Questa osservazione mi sembra abbia molta importanza, sia perchè il pancreas accessorio è un fatto anatomico non molto frequente ad osservarsi, specialmente in quella sede nella quale io l'ho trovato, essendo fino ad ora stato notato di preferenza in vicinanza o proprio sulla parete del tubo gastro-enterico ([1]), sia perchè la presenza di tessuto pancreatico accanto alla piccola milza accessoria, ci designa chiaramente l'origine embrionale di questa milza. Infatti, non volendo nè potendo ammettere uno sviluppo dell'epitelio glandulare del pancreas dal connettivo dell'epiploon durante la vita extrauterina, siamo di necessità indotti a ritenere, che i due piccoli noduli accessorî siano insieme restati esclusi dalla fusione generale dei due respettivi organi, quando nel periodo embrionale questi sono fra loro tanto vicini, da aver fatto ammettere da qualcuno che abbiano un'origine comune, o almeno che negli embrioni dei polli e dei mammiferi, la milza, nel primo momento della sua formazione, sia del tutto attaccata al pancreas (Götte-Peremesshko).

Osserv. 9ª. In un cadavere di un giovane robustissimo che servì per gli esercizî della scuola d' anatomia patologica di Catania quando io era professore in quella Università, rinvenni nel ligamento gastro-splenico, in prossimità dell' estremo inferiore della milza grande, due milze accessorie, di forma sferica, della grossezza di un cece a un dipresso, e attaccate al detto epiploon per un sottile peduncolo. La superficie di questi noduli è del tutto liscia e solo interrotta qua e là da qualche appendice grassosa, il colore e tutte le apparenze della superficie di sezione sono identiche a quelle della milza grande. Sono dolentissimo, per quante ricerche abbia fatte, di non essere riuscito a rintracciare niente sulla storia clinica di quest'osservazione, e a causa del mio trasloco da Catania a Bologna, di non aver potuto più trovare le lesioni principali degli organi rinvenute in questa sezione, che in quella circostanza io ebbi cura di metter da parte. Mi rammento solo, che oltre le milze

([1]) Klob. Zeitsch. d. Gesellschaft d. Wiener Aerzte 1859, n. 46, s. 732. — Zenker., Virchow's Arch. Bd. 21, s. 369. — Gegenbauer, Arch. v. Du-Bois und Reichert, 1863, s. 163. — Montgomery, The Lancet, VII, 1869. — Neumann, Arch. d. Heilkunde, 1870, s. 200.

soprannumerarie, trovai un grandissimo tumore acuto di milza, e una melanosi di quest'organo e del fegato, che feci diagnosi anatomica di malattia d' infezione, e sembrami che arrivassi anche a specificare essersi trattato di una infezione malarica acuta (perniciosa).

Intanto, dall' esame istologico delle due milze succenturiate, si rileva che queste hanno una capsula assai spessa, a contorno esterno regolare, il quale si continua in alcuni punti col tessuto grasso dell' epiploon, che non presenta però nessuna traccia di neoformazione di tessuto splenico; la polpa ed i corpuscoli di Malpighi hanno tutti i caratteri istologici delle parti corrispondenti di una milza di adulto, si presentano cioè già completamente sviluppate. Le ricerche microscopiche ci dimostrano finalmente alcune importanti alterazioni delle milze soprannumerarie, le quali dovevano probabilmente essere accompagnate da corrispondenti alterazioni della milza grande, che mostravasi profondamente ammalata anche all'esame macroscopico come già abbiamo veduto. Infatti, oltre dei piccoli accumuli di pigmento melanico del tutto identici a quelli della milza grande e del fegato, si nota nella polpa di queste milze accessorie, un bellissimo micelio, formato da intreccio di filamenti ramificati, lisci e a contenuto omogeneo in alcune parti, septati, a contenuto finamente granulare e provveduti di spore in altre parti; questo micelio era accumulato specialmente nelle vene cavernose, dalle quali traversando la parete passava nel reticolo della polpa. Pertanto, mentre è certo che anche queste milze succenturiate dell' uomo avevano la struttura di organi adulti, e partecipavano pure alla malattia della milza grande, è probabile altresì che il micelio trovato nelle vene cavernose e nella polpa, non fosse che il resultato della coltivazione dei germi dell' infezione accumulati in special modo negli organi ematopoetici [1].

Riepilogando le cose esposte nei singoli protocolli, abbiamo 12 milze soprannumerarie, 10 delle quali appartenenti all'epiploon gastro-splenico e 2 al grand'omento; in 7 di queste osservazioni si ebbe una sola milza accessoria, nelle due rimanenti si ebbero due noduli in una e tre nell'altra. Nove di queste milze appartengono al cane, e furono trovate in 60 sezioni, ciò che dimostra come questo fatto sia nel cane piuttosto frequente. Queste milze succenturiate hanno in ogni caso il carattere di milza adulta, e si possono perciò differenziare facilmente dalle milze neoformate. Nelle milze succenturiate infatti, abbiamo una capsula più o meno spessa, la quale, come la capsula della milza grande normale, si distacca con una certa facilità dalla polpa, mentre nelle milze neoprodotte che esamineremo nel prossimo capitolo, questa distinzione e separazione della capsula non è affatto possibile, perchè in molti casi non esiste uno strato fibroso periferico distinto, e le porzioni centrali del nodulo in poco differiscono in durezza e in ricchezza di connettivo dalle porzioni periferiche. Se si esamina al microscopio la capsula delle milze accessorie, questa offre di

[1] Recentemente ho trovato in un'altra sezione una milza accessoria dell'epiploon gastro-splenico dell' uomo; era di forma sferica, peduncolata, della grossezza di un nocciolo di ciliegia, e aveva tutti i caratteri macroscopici e microscopici delle milze descritte nell' *Oss.* 9, meno la presenza di microfiti.

solito un contorno netto, più o meno irregolare per infossamenti o per piccole insenature, ed è rivestita da una serie di cellule endoteliali del peritoneo disposte in bell'ordine, o circondata da tessuto connettivo adiposo dell'epiploon nel quale manca qualsiasi traccia di quella neoformazione di corpuscoli e di polpa, che si rinviene sempre al dintorno delle milze riprodotte, sia con sviluppo regolare come in seguito alla splenectomia, sia sotto forma d' infiltramento di sangue e di globuli bianchi come nel caso delle milze neoprodotte per alterazione della milza grande che andremo fra breve ad esaminare. Solo al lato interno della capsula, ho potuto vedere qualche smagliamento e assottigliamento di questa per la vicinanza di un corpuscolo di Malpighi o per infiltrazione di globuli bianchi o di sangue. Inoltre la polpa ed i corpuscoli di Malpighi delle milze accessorie, presentano costantemente il carattere delle parti corrispondenti della milza grande, non offrono mai le note di uno sviluppo recente, come non presentano mai i globuli rossi nucleati che ho trovati invece nelle milze embrionali prodottesi in seguito alla splenectomia.

Perciò nel caso delle milze accessorie, a differenza delle milze neoprodotte per qualsiasi causa, noi abbiamo degli organi che hanno i caratteri di organi adulti e perfetti, e nei quali mancano quindi le fasi di sviluppo e di accrescimento che si trovano nelle seconde; per cui dobbiamo concludere che queste piccole milze accessorie non sono nate là per caso durante la vita extrauterina nè si sono prodotte per particolari condizioni patologiche dell' animale, ma sono il risultato di un'aberrazione nello sviluppo embrionale, di una esclusione di piccole masse della fusione generale delle parti che primitivamente costituiscono la milza. Il fatto sopra riferito di piccole masse di pancreas restate attaccate ad una milza accessoria, vale, per le ragioni dette, ad appoggiare questa conclusione, come vale a convalidarla il fatto, che nel cane appena nato si trovano alcune volte delle milze soprannumerarie, mentre non si rinvengono mai delle milze neoprodotte simili a quelle che andremo fra poco a descrivere.

Come la struttura, così il numero ha non poco valore nella diagnosi delle milze succenturiate, e nelle distinzioni di queste con le milze neoprodotte da qualsiasi causa, giacchè il numero delle milze accessorie è sempre molto limitato, e nei nostri casi non ha superato mai quello di tre, mentre le milze neoprodotte si fanno subito rilevare per la loro abbondanza.

Riguardo alla sede delle milze succenturiate, le cifre parlano molto chiaro; si ha solo una predominanza dell' epiploon gastro-splenico sul grand' omento. Quindi il carattere della sede nella diagnosi delle milze succenturiate non ha un valore assoluto, ma, come accade sempre per il carattere di frequenza, acquista una certa importanza nella diagnosi quando lo si considera insieme agli altri fatti, e specialmente al numero e alla struttura delle milze, come appunto ho fatto rilevare in altri miei lavori. Forse a questo riguardo sarebbe da ricercare, ciò che io non ho fatto per involontaria dimenticanza, se per una anomalia dell'arteria splenica le milze soprannumerarie del grand'omento ricevono sangue da un ramo di quest'arteria, come avviene in modo più diretto per le milze accessorie che hanno sede nell'epiploon gastro-splenico.

Voglio finalmente notare, come nelle milze accessorie si trovino le stesse alterazioni

che si rinvengono nella milza grande, quali la melanosi, l'emorragia, la presenza di microfiti nelle malattie d'infezione. Solo la splenite indurante sembra osservarsi separatamente e con una certa frequenza nelle milze accessorie attaccate per un sottile peduncolo ad una ripiegatura del peritoneo, splenite indurante che può benissimo trovare spiegazione nelle alterazioni di circolo che devono nascere in questi noduli in seguito alle facili torsioni del peduncolo cagionate dai movimenti delle parti vicine.

2° Neoformazione di milza per processi patologici della milza primaria.

Cinque delle sezioni e due delle numerose splenectomie da me praticate per lo studio delle questioni enunciate nel precedente capitolo, meritavano una particolare attenzione, sia per la quantità e per l'aspetto macroscopico e microscopico delle piccole milze dell'epiploon gastro-splenico e del grand'omento, sia per l'alterazione della milza grande che accompagnavano questa neoproduzione. Ecco i protocolli di queste 7 osservazioni.

Osserv. 1ª. Grosso cane bracco vecchissimo, molto grasso; aperta la cavità addominale, si trova il grand'omento fortemente adiposo che ricuopre la matassa intestinale fino alla vescica orinaria. Tanto nell'epiploon gastro-splenico quanto nel grand'omento, si vedono disseminati lungo il corso dei vasi, dei noduli rosso scuri, dei quali se ne arrivano a contare fra grossi e piccoli fino a 262 (Tav. I, fig. 5); questi, più che formati da veri corpicciuoli rilevati sulla superficie della sierosa, sono costituiti come da un infiltramento al dintorno dei vasi dell'epiploon gastro-splenico e del grand'omento, di una sostanza rosso feccia di vino, simile per l'aspetto alla polpa splenica. Le più piccole di queste neoproduzioni, che sono, specialmente in alcune parti, anche le più numerose, compariscono come punti scuri (Tav. I, fig. 5), le più grasse, che hanno una superficie irregolare per piccole rilevatezze tondeggianti come risultassero della fusione di piccoli noduli sferici, raggiungono invece un diametro massimo di 5-7 mill. (Tav. I, fig. 5); tanto le prime quanto le seconde, hanno un contorno che non è netto, ma che si perde in una zona di un colore più chiaro di quello del nodulo, in una specie di sfumatura rosso giallognola (Tav. I, fig. 5). Osservati per trasparenza, i noduli più piccoli non lasciano vedere nelle parti centrali nessun corpo più chiaro che accenni alla presenza di un corpuscolo di Malpighi; fatte moltissime sezioni di noduli di varia grossezza, non in tutti nè molto frequentemente si riesce a distinguere una piccola chiazza, di solito irregolare, che spicca sul colore rosso bruno del tessuto che la circonda per un aspetto bianco grigiastro, e che potrebbe rappresentare un corpuscolo di Malpighi. In alcuni noduli queste chiazze più chiare anzi che formare dei corpuscoli, costituiscono come delle zone o dei cordoni, in altri il tessuto che rappresenta la polpa è più pallido e assai più duro di quello della milza grande normale, e lascia raccogliere sulla lama del coltello solo pochissimo succo. In tutte queste neoproduzioni finalmente, non si può distinguere in modo netto una capsula, nè questa può separarsi dalla polpa

con leggere trazioni, come succede nella milza normale e nelle milze succenturiate. Nelle porzioni del grand' epiploon che stanno fra le piccole milze sopra accennate, non si riesce a vedere lungo il corso dei vasi nessuno di quei corpuscoli bianco-grigiastri, somiglianti a tubercoli migliari, che rappresentano corpuscoli di Malpighi in via di formazione, e che nell'altro lavoro sulla riproduzione della milza sono figurati nel disegno 5, Tav. I. Le piccole milze che abbiamo descritte, si trovano in maggior numero nell' epiploon gastro-splenico, nel foglietto inferiore del segmento superiore sinistro del grand'omento in prossimità della milza grande, e lungo il bordo dell'omento stesso. Nel mesenterio e nelle altre duplicature del peritoneo non rammentate, non si trova nessuno di questi noduli. Finalmente, ancora nel grand'omento, si osserva in corrispondenza della sua parte inferiore destra un pallino da caccia n. 3, incapsulato.

La milza grande è spinta nel fondo dell' ipocondrio sinistro per ispessimento e accorciamento del ligamento freno-splenico, misura 17 cent. in lunghezza, 6 cent. nella sua larghezza massima e 2 cent. e 7 mill. nella sua larghezza minima; al tatto è molto più dura, meno elastica, della milza normale. Nella faccia sinistra mostra 7 cicatrici, tre assai grandi e quattro più piccole, come può vedersi facilmente dalla figura 1 della Tav. I, ritratta a fresco a $1/2$ grandezza col mezzo della camera lucida; nella faccia destra pure si vedono molte di queste cicatrici, alcune delle quali corrispondono a quelle della faccia sinistra, e fra queste una sembra esercitare valida compressione sui vasi splenici che si distribuiscono alla parte superiore della milza, giacchè verso il $1/3$ superiore di quest' organo, nello spazio che corre tra il bordo di questo e l' ilo, si trova una grossa vena trasformata in una ciste completamente chiusa, grossa quanto una nocciola e ripiena di un contenuto sieroso giallognolo (Tav. I, fig. 1 *b*). Oltre di queste particolarità, questa milza trovasi grandemente alterata nel suo colore: nei $2/3$ superiori circa, presenta un colore uniforme rosso pallido, come se una iniezione d'acqua fosse stata praticata dalla branca superiore dell'arteria splenica, mentre in una piccola porzione, che corrisponde ad alcune chiazze della parte inferiore o testa della milza, ha un colore marmorizzato, rosso bruno o rosso bluastro, simile a quello della milza normale, come rilevasi facilmente dalla fig. 1 della Tav. I nella quale vennero esattamente ritratte dal pezzo fresco le accennate modificazioni di colore. Alla sezione, la parte più chiara della milza non lascia vedere distintamente i corpuscoli di Malpighi, presenta un forte impallidimento e induramento della polpa, la quale non sporge sulla superficie del taglio come nelle condizioni normali, e solo in piccola quantità si può raccogliere sulla lama del coltello mediante il raschiamento; grosse chiazze o grossi cordoni fibrosi partendo dalla capsula fortemente inspessita, e specialmente dalle notate cicatrici, s' irradiano in tutti i sensi nell' interno della polpa; i grossi vasi risaltano all' osservazione per una parete bianco-grigiastra fortemente ingrossata e per considerevole ristringimento del loro lume. Nella parte più scura invece, l' aspetto della superficie di sezione si avvicina assai a quello della milza normale.

Anche dal semplice esame macroscopico però, era facile il concludere, che la ricca neoproduzione di tessuto splenico dell' epiploon gastro-splenico e del grand' omento, era accompagnata da una splenite cronica indurante, che aveva avuto punto di partenza da numerose lesioni della milza, riparate tutte per tessuto di cicatrice.

Osserv. 2ª. Grosso cane volpino giovane; tirata fuori la milza con taglio laterale della parete addominale onde praticare la splenectomia, e trovato che quella presenta delle profonde lesioni, si viene in sospetto di una neoproduzione di tessuto splenico nelle duplicature del peritoneo, che può infatti esser molto facilmente confermata dal semplice esame dello epiploon gastro-splenico, dove senza difficoltà si rilevano dei numerosi e grossi noduli di milza. Approfittai allora della favorevole circostanza per esaminare quello che avveniva in questa milza alterata durante la vita, e notai che questo viscere non s' inturgidiva egualmente in tutte le sue parti sotto l' urto dell'onda sanguigna, ma che si gonfiava solo in due o tre punti, paragonabili per il loro aspetto a delle bozze sanguigne (Tav. I, fig. 2), le quali comparivano più molli, a superficie più liscia e maggiormente rilevata delle altre parti della milza. E notisi, che mentre facevamo quest'osservazione, avemmo cura che nessuna compressione sui vasi splenici venisse esercitata dall'apertura delle pareti addominali, che però venne notevolmente ingrandita, come osservammo che questi vasi non subissero torsione o piegature di sorta.

Ucciso l'animale con la puntura del midollo oblungato, si trova lungo il corso dei vasi dell'epiploon gastro-splenico o del grand' omento, una quantità di noduli rosso-scuri, del tutto simili per i caratteri macroscopici a quelli dell' osservazione precedente. Di questi noduli, dei quali i più grossi raggiungono un diametro massimo di 9 mill., se ne possono contare fino a 132; sono più grossi ed in maggior numero nell' epiploon gastro-splenico che nel grand' omento. Sezionate molte di queste milze, la polpa comparisce assai pallida, e nel suo interno solo molto raramente e con certa difficoltà si riesce a vedere una zona più chiara, paragonabile ad un corpuscolo di Malpighi. Nella sierosa interposta a questi noduli, non si osserva nessuno di quei tubercoli bianco-grigiastri che stanno a rappresentare corpuscoli di Malpighi in via di formazione. Esaminata a fresco la polpa di queste piccole milze, si notano globuli rossi e globuli bianchi ordinari, globuli rossi pallidi come quelli che si considerano di recente formazione e globuli rossi di colore molto carico o in via di distruzione; non si ebbero mai ad osservare dei globuli rossi nucleati.

La milza asportata è divisa in due parti, e questa divisione, stando a quello che può indicarci la distribuzione dei rami dell'arteria splenica, sembra essere avvenuta verso la metà dell'organo (Tav. I, fig. 2). La parte superiore, che ha una lunghezza massima di 6 cent. e una larghezza di 3, presentasi assai decolorata, dura al tatto, e a superficie fortemente rugosa per ispessimento della capsula, eccetto in due piccole chiazze, che per colore e mollezza si accostano un poco più all' aspetto normale di quest' organo (Tav. I, fig. 2*a*); nell'estremo inferiore di questa porzione, si vedono numerose cicatrici, che hanno quasi intieramente trasformata questa parte in un tessuto connettivo. La parte inferiore, che comprende la testa della milza, è del tutto atrofica per retrazione cicatriziale (Tav. I, fig. 2*b*); ha infatti una lunghezza massima di 3 cent. e una larghezza di 2, presentasi tutta raggrinzata, indurata, impiccolita e assai decolorata, e solo una piccola bozza, che si rileva nel mezzo di questa porzione, mostrasi più scura, più molle, più vicina insomma per l'aspetto alla milza normale. Apparisce poi molto evidente l' impiccolimento e l' indurimento atrofico al quale dev' essere andata soggetta la metà inferiore della milza, quando si pensa che

la divisione di quest' organo è avvenuta verso il punto d' ingresso dell'arteria splenica, cioè verso la metà dell' intiero organo, e quando si fa un confronto fra la lunghezza delle due parti nelle quali è stata divisa la milza. L'estremo superiore di questa parte, come l' inferiore della parte superiore, presenta più accentuata la deformazione e l' indurimento per sviluppo maggiore di tessuto connettivo. Le due porzioni di milza che abbiamo descritte, sono unite insieme da un fitto tessuto cicatriziale (Tav. I, fig. 2*c*), al quale si attacca porzione dell'epiploon gastro-splenico (Tav. I, fig. 2*d*).

Alla sezione si trovano corpuscoli in piccol numero e difficilmente visibili, polpa molto scarsa e fortemente indurata per sviluppo di tessuto connettivo, capsula fortemente inspessita; tutti questi fatti si osservarono in maggior proporzione verso il punto di divisione e nella testa della milza.

Per i caratteri degli estremi di divisione, era quindi indubitato, che nel caso in esame non trattavasi di quelle divisioni congenite che vengono designate col nome di milza doppia, ma invece di una milza divisa in seguito ad un processo di splenite interstiziale cronica, che aveva distrutto e trasformato in un cordone cicatriziale una buona porzione di questo viscere, porzione distrutta che stando alle numerose misurazioni da me eseguite in questa ed in altre circostanze sulla milza del cane, si può calcolare ad un $^1/_5$-$^1/_4$ circa dell' intiero organo.

Trovai poi molto interessante il modo di distribuzione dell' arteria splenica, che presenta inoltre in tutto il suo decorso forte ispessimento delle sue pareti. La branca inferiore di quest' arteria va a vascolarizzare la porzione inferiore della milza, la branca superiore appena distaccata dal tronco principale, manda una sottilissima diramazione alla parte superiore della milza, mentre il ramo principale di questo tronco si perde nel tessuto fibroso che unisce le due parti nelle quali la milza risulta divisa. Ne viene da questo, che la milza superiore, meno il piccolo ramo che riceve dalla branca superiore dell' arteria splenica, è intieramente vascolarizzato dai vasi brevi, e che con la diminuzione della sua vascolarizzazione dev' esser perciò molto diminuita la sua attività funzionale.

Anche in questo caso la sola osservazione macroscopica ci permetteva quindi di concludere, che le numerose neoproduzioni di tessuto splenico erano accompagnate da una divisione della milza grande, avvenuta per un processo di splenite cronica indurante, e che la funzione di questo viscere doveva essere profondamente alterata per distruzione di tessuto splenico, per alterazione (induramento) di quello rimasto, e per ristringimento od obliterazione dei grossi tronchi dell' arteria splenica in seguito alla retrazione del tessuto cicatriziale. Si può dire quindi, che di tutta la milza forse non funzionavano più che le piccole chiazze più scure, più molli al tatto, che vennero già notate nel reperto, e che sotto l' influenza della circolazione si sollevavano a guisa di bozze sanguigne.

Osserv. 3ª. Vecchio cane bracco molto grasso; alla sezione si trova la milza del volume normale a un dipresso, solo un poco più dura al tatto e con la capsula molto spessa e rugosa; verso la parte di mezzo della faccia sinistra notasi inoltre un ispessimento della capsula in forma di cicatrice lineare. La superficie di sezione è piuttosto secca, i corpuscoli sono indistinti in molti punti, le grosse trabecole fibrose e la capsula sono assai più spesse del normale. L'arteria splenica, che ha in

tutto il suo corso la durezza inelastica delle arterie ateromatose, presenta alla sezione un forte inspessimento delle sue pareti a scapito del suo lume.

Nell'epiploon gastrosplenico si vedono 10 o 15 nodettini, situati lungo il corso di vasi in mezzo ad un inspessimento del connettivo; hanno un colore giallognolo, una forma ordinariamente sferica, una superficie liscia e regolare ed un volume che da quello del capo di una spilla va fino a quello di piccoli corpicciuoli del diametro di 2 mill. (Tav. I, fig. 4). Il grand' omento non presenta che 3 o 4 di queste neoproduzioni. Alla sezione esce da questi nodi pochissimo succo, formato per la massima parte da globuli bianchi e da globuli rossi senza nucleo, mentre nelle dilacerazioni a fresco si trovano prevalenti le fibre e le cellule connettive. Niente altro di particolare si trova in questa autopsia.

Questo caso intanto ha per me un grandissimo interesse, perchè alla leggiera lesione della milza, sta di contro una neoformazione incipiente, di piccoli e scarsi noduli, che non rivestono ancora tutti i caratteri di milza neoprodotta, neoformazione che deve essere cominciata dall' epiploon gastro-splenico, dove quei noduli sono più numerosi, e che sta per diffondersi al grand' omento.

Osserv. 4ª. Grosso cane spagnuolo bastardo molto vecchio; dopo averlo narcotizzato con iniezione di 8 gr. di laudano nella vena crurale, mediante la solita incisione laterale delle pareti addominali, si tira fuori la milza, nella quale si nota subito una grande irregolarità della sua superficie ed una estesa aderenza di questo viscere coll' omento. Queste alterazioni della milza ci fanno nascere il sospetto che anche in questo caso possa essere avvenuta una neoformazione di milza nel grand' omento e in altre ripiegature del peritoneo, sospetto che viene subito confermato dai grossi e numerosi noduli scuri che con facilità si osservano nell' epiploon gastro-splenico in prossimità della milza grande. Allargata allora la ferita della parete addominale, accertati che nessun stiramento o compressione viene esercitata sul corso dei vasi splenici, si sta ad osservare quello che accade in questa milza così profondamente alterata. Anche in questa, come nell' osservazione 2ª, si vede che la milza non si lascia uniformemente distendere dall'onda sanguigna, ma che questa distensione invece operasi solo in 3 o 4 punti molto limitati, che compariscono più scuri, più molli, più elastici delle parti circostanti, sulle quali fanno una discreta prominenza. Di queste bozze, la più grossa raggiunge il diametro di un pezzo da 5 centesimi e trovasi verso il mezzo della milza, le altre invece arrivano appena alla grossezza di un pisello o di un pezzo da 1 centesimo; per la rilevatezza e per il contrasto di colore con le parti vicine, danno alla milza l'aspetto di un organo invaso da noduli di un tumore. Osservati questi fatti, si procede all' allacciatura dei vasi splenici, e quindi si porta via la milza insieme a molti noduli dell' epiploon gastro-splenico e del grand'omento, onde a suo tempo stabilire un confronto fra questi noduli e quelli restati in posto, e rilevare quelle modificazioni che le milze neoformate, preesistenti alla splenectomia, avessero subìte per quest' operazione. Disgraziatamente le nostre speranze non furono coronate da esito felice, poichè quest' animale dopo due giorni e mezzo dalla praticata operazione, morì per infezione settica acutissima, che dominava allora nel canile della scuola veterinaria dove si tenevano i cani che servivano per questi esperimenti.

Sulla milza asportata si apprezzano con molta chiarezza le differenze già

accennate fra la parte più scura, più rilevata, più molle al tatto, e la parte più sbiadita e più dura, meno elastica, e di più si notano sulla faccia sinistra della milza tre cicatrici, una assai larga situata verso la parte inferiore della testa di quest'organo, ed una lunga 3 cent., situata verso il mezzo della milza e diretta secondo il suo asse longitudinale. A questa seconda cicatrice è validamente aderente il grand' omento, sul quale si osservano grossi e numerosi noduli di milza, che partono proprio dal punto d' attacco di quella sierosa con la descritta cicatrice; anzi sezionando trasversalmente questa cicatrice, si vede che in alcuni punti la polpa della milza si continua per un piccolo tratto nel tessuto dell' omento, e che a questa sporgenza della polpa fanno seguito dei noduli riprodotti, che vanno facendosi tanto più radi, quanto più ci si allontana dalla cicatrice della milza grande. Stando perciò al numero, alla grossezza, e al modo di distribuzione delle piccole milze neoformate, sembra che queste abbiano cominciato dal punto della lesione massima della milza, vale a dire dal punto nel quale l'omento si è fatto aderente a quest' organo, e sembra altresì che queste aderenze siano del tutto simili a quelle che si ottengono per l' intromissione del grand' omento fra le labbra di una ferita della milza. Tutte queste interpretazioni trovano piena conferma nello studio sperimentale sulla riproduzione parziale della milza; praticando delle ferite o delle asportazioni cuneiformi della milza, ho veduto infatti, che il grand' omento penetra nell' interno della ferita e aderisce ai suoi bordi, e che alcune volte, oltre la riproduzione locale, si può sorprendere nel grand'omento, in vicinanza della ferita, una neoformazione incipiente e ancora limitata di piccole milze, che non esistevano affatto prima della praticata operazione. La 3ª cicatrice, che ha una lunghezza di circa 2 cent., parte dall'estremo superiore della precedente, e nel suo cammino segue a un dipresso il diametro trasversale della milza, che interessa a tutto spessore, onde la ritroviamo chiarissima anche nell' altra faccia di quest' organo. Nella faccia destra della milza, fanno meno rilievo le bozze notate nella faccia sinistra, mentre si osserva un fortissimo e generale ispessimento della capsula, che presentasi rugosa, di un color bianco madreperlaceo molto spiccato, e disseminata in molti punti di piccolissimi fibromi sclerosati, dei quali alcuni trovansi calcificati. Alla sezione, la parte indurata della milza mostrasi più pallida, più consistente, più povera di polpa del normale, presenta evidente inspessimento della capsula e dei grossi setti fibrosi, e non lascia vedere molto distintamente i corpuscoli di Malpighi; la parte più molle invece ha tutte le apparenze della milza normale.

I piccoli nodi scuri dell' epiploon gastro-splenico che vennero asportati con la milza, hanno tutti i caratteri già molte volte descritti delle milze neoprodotte, ed esaminati a fresco lasciano vedere globuli bianchi e globuli rossi, alcuni dei quali grossi e pallidi come quelli di recente formazione, altri color arancione come quelli in via di distruzione, nonchè fibre e cellule di connettivo; non si vedono globuli rossi nucleati.

Essendo morto l'animale 60 ore dopo la praticata operazione, si trova alla sezione nella porzione rimasta dell' epiploon gastro-splenico e del grand' omento, un gran numero di noduli scuri, aventi gli stessi caratteri delle milze neoprodotte già più volte rammentati; noto solo che questi noduli sono più grossi di quelli studiati negli altri casi, raggiungendo un diametro massimo di 1 centimetro, e che in questa

osservazione prevalgono i noduli grossi ai piccoli. Di queste milze neoprodotte, che in maggior numero si trovano nell'epiploon gastro-splenico e nella porzione del grand'omento che è aderente alla milza grande, se ne contano fino a 60. Sezionate a fresco alcune di queste piccole neoproduzioni, esce una buona quantità di sangue, mentre resta indietro solo pochissimo tessuto solido; molto raramente si distingue in mezzo alla polpa una zona più chiara che possa paragonarsi ad un corpuscolo· Oltre i fatti esposti, non si trova in questa sezione niente altro d'importante per le questioni che stiamo trattando.

Anche quest'osservazione perciò, ci mostrava una discreta neoformazione di piccole milze, accompagnata da profonde alterazioni della milza grande e da aderenza di questa col grand'omento.

Osserv. 5ª. Giovane cane bracco di media taglia; dopo averlo cloroformizzato si apre la cavità addominale con la solita incisione laterale e si tira fuori la milza, non senza incontrare una certa difficoltà per le adesioni piuttosto valide che ha contratte col fondo dell'ipocondrio sinistro. Allargata allora la praticata incisione, allo scopo di esaminare la milza estratta dalla cavità addominale e ancora attaccata ai suoi vasi senza che questi subiscano compressioni e stiramenti di sorta, si vede chiaramente che quest'organo non si lascia uniformemente distendere dall'onda sanguigna, ma che solo nella parte inferiore della testa si gonfia sotto forma di piccoli bernoccoli o di piccole bozze più scure e più molli delle parti vicine; si nota di più, che quest'organo è diviso in due parti da un profondo solco trasversale, e che nel ligamento gastro-splenico, in tutta prossimità della milza grande, si hanno piccole milze neoprodotte; non fu esaminato il grand'omento. Faccio allora l'allacciatura in massa dei vasi splenici con lacci perduti di seta fenicata, e asporto la milza insieme a piccola porzione d'epiploon gastro-splenico con diversi noduli neoformati, per stabilire con un confronto successivo le modificazioni che avrebbero subìto le milze restate in posto per effetto della splenectomia.

La milza asportata ha una lunghezza di 12 cent., una larghezza massima di 4 cent. e 7 mill., e una larghezza minima di 1 cent. e 8 mill.; verso il suo mezzo, e precisamente a 5 cent. e $^1/_2$ dall'estremo superiore, presenta nelle sue due faccie un profondo solco trasversale esteso a tutta la larghezza della milza, e formato dalla retrazione di un fitto tessuto cicatriziale che ha completamente distrutto il tessuto splenico e compressa una delle grosse branche dei vasi splenici. Alla sezione, si trova che l'anemia e la splenite indurante sono maggiori nella parte superiore che nella parte inferiore della milza, e specialmente nelle vicinanze della descritta cicatrice, dove i corpuscoli di Malpighi sono del tutto scomparsi e scarsissima è la polpa che si può raccogliere sulla lama del coltello per il raschiamento. I noduli scuri dell'epiploon gastro-splenico, hanno tutti i caratteri delle milze neoformate, sono però assai piccoli e poco numerosi.

L'animale risente poco della praticata operazione, la ferita si riunisce prontamente per prima intenzione ed in pochi giorni si consegue la guarigione senza che la temperatura superi mai i 39°,7.

Questo cane come quello dell'osservazione susseguente è ancora in vita, onde esaminare dopo un certo tempo le modificazioni che possono aver subite le milze

neoprodotte esistenti precedentemente alla splenectomia e per effetto dell'ablazione della milza primitiva, e studiare se in seguito alla praticata operazione si posssno sorprendere fra i vecchi noduli dell'omento delle nuove produzioni con i caratteri della milza embrionale e nelle loro prime fasi di sviluppo, Si tratta in altre parole di vedere per questi due esperimenti, se per causa della splenectomia avvengano modificazioni nelle piccole milze prodottesi nelle duplicature del peritoneo per malattia della milza primaria, e se in seguito all' ablazione della milza, alle vecchie neoproduzioni se ne vengano ad aggiungere delle nuove. Di queste due osservazioni, come di quelli di altre splenectomie da me praticate da molto tempo sopra animali che aveano la milza sana e che non mostravano milze neoformate nell'epiploon gastro-splenico, renderò conto in una mia prossima Memoria.

Osserv. 6ª. Piccolo cane pomere; dopo averlo cloroformizzato e averne tirata fuori la milza con la solita incisione laterale della parete addominale, riesce facile di vedere che quest'organo è profondamente alterato, che è aderente per una discreta estensione col grand' omento, e che tanto nell' epiploon gastro-splenico quanto nel grand'omento in vicinanza della sua adesione con la milza, si hanno grosse e numerose milze neoprodotte, le quali divengono tanto più piccole e tanto più rade quanto più ci si allontana dagli attacchi normali e anormali della milza primitiva (Tav. I, fig. 3 *c*); questa del resto si lascia distendere in modo uniforme dall' onda sanguigna. Fatte le solite legature in massa e a laccio perduto sui vasi splenici, si asporta la milza insieme ad una buona porzione dell'epiploon gastro-splenico e del grand'omento fattosi aderente a quell'organo, onde asportare insieme un certo numero di milze neoformate e stabilire successivamente un confronto fra quelle asportate e quelle restate in posto.

La milza portata via ha una lunghezza di 8 cent., una larghezza massima di 4 cent. e una larghezza minima di 1 cent.; presenta verso il suo $^1/_3$ superiore un profondo solco obliquo, rispetto all' asse longitudinale dell' organo, della lunghezza di 2 cent. e $^1/_2$, solco che divide la milza in due parti ineguali, congiunte da un cordone piuttosto sottile di tessuto splenico (appena di 7 mill.), ottenuto per effetto dell'avvenuta distruzione parziale (Tav. I, fig. 3 *b*). In tutta la lunghezza di questo solco aderisce il grand'omento, sul quale si prolunga per piccolo tratto la polpa, sotto forma di cordoni rosso-bruni che seguono il corso dei vasi sanguigni, e al di là dei quali osservasi la solita neoformazione circoscritta, a forma di piccoli noduli, che vanno rendendosi sempre più piccoli e più radi a misura che ci si allontana dalla milza primitiva (Tav. I, fig. 3 *c*). La porzione inferiore della milza è del tutto normale, salvo un poco d'indurimento nelle vicinanze dell'adesione coll'omento; la parte superiore invece è discretamente indurata, e quindi presenta alla sezione, diminuzione della polpa, scomparsa di molti corpuscoli di Malpighi, inspessimento del connettivo interstiziale. L'animale non risente molto della praticata operazione e va assai presto a guarigione senza superare mai una temperatura di 39°,5.

Anche quest'osservazione ci presenta perciò, profonda alterazione della milza primaria, accompagnata da aderenza del grand'omento e da neoformazione di piccole milze, tanto nel grand' epiploon quanto nell' epiploon gastro splenico.

Osserv. 7.ª Piccolo cane volpino bastardo; alla sezione si trova che la milza

di quest' animale presenta in corrispondenza del suo $^1/_3$ superiore un notevole infossamento, formato da una fitta cicatrice che divide quest' organo a tutto spessore e per tutta la sua larghezza, infossamento che cammina obliquamente rispetto all'asse longitudinale del viscere. Al taglio questa milza offre le note ordinarie della splenite indurante, sopratutto nella vicinanza della descritta cicatrice. Il grand' omento aderisce col suo bordo sinistro alla cicatrice che si rileva sulla faccia destra della milza, e poco più basso si attacca all'estremo superiore del rene sinistro, onde questi due organi si trovano legati insieme da una spessa lamina del grand'omento lunga poco più di due dita trasverse. Nelle duplicature del peritoneo si rilevano grossi e numerosi noduli scuri, aventi i caratteri macroscopici e microscopici già più volte rammentati delle milze neoprodotte; queste neoformazioni risiedono specialmente nelle vicinanze della cicatrice della milza primaria, vale a dire nella porzione del grand'omento che aderisce a questa cicatrice, e dalla quale si diffondono nella lamina del grand' omento che abbiamo visto legare insieme milza e rene, e nel peritoneo che ricuopre il rene sinistro. La grossezza e la vicinanza delle milze neoformate si fa tanto minore quanto maggiore è la distanza della lesione della milza primaria, onde sul peritoneo che ricuopre il rene si notano appena dei piccoli noduli, dei quali alcuni peduncolati, o dei sottili cordoni rosso scuri, del colore e dell'aspetto della polpa della milza, che seguono il corso dei vasi sanguigni. In tutto il resto del grand'omento e nell' epiploon gastro-splenico, si osservano appena 10 o 12 piccoli noduli di milza neoprodotti.

Questa osservazione ha per me una grandissima importanza, non solo perchè conferma ancora una volta che la neoformazione della milza nelle duplicature del peritoneo è legata a malattia della milza principale, ma ancora perchè dimostra, che tutto il peritoneo, compreso quello che riveste i visceri, ha attitudine a questa neoproduzione, che parte costantemente dai punti i più vicini alla milza primaria e da questi si diffonde ai punti più lontani seguendo l'andamento dei vasi sanguigni e non mostrando nessuna predilezione per l' una o per l'altra parte della sierosa peritoneale, fuori di quella che deriva dai rapporti vascolari e dai rapporti di vicinanza. Ciò varrà benissimo a spiegare alcuni fatti che esporrò in un mio prossimo lavoro sulla riproduzione parziale della milza, quali ad esempio la cicatrizzazione vera delle ferite della milza senza l' intervento del grand'omento e per opera esclusiva del peritoneo che riveste questo viscere, e la formazione di piccoli noduli sulla superficie della milza primaria, generati esclusivamente dal peritoneo viscerale e separati dalla polpa della milza grande dalla capsula splenica.

I fatti da me raccolti valgono a dimostrare senza eccezione di sorta, che la neoformazione naturale di noduli di milza nell'epiploon gastro-splenico e nel grand'omento, è accompagnata in tutti i casi da lesione più o meno profonda della milza grande. Che in tutti e 7 i casi da me osservati la concomitanza dell'alterazione della milza grande con la neoproduzione della milza sia un fatto accidentale, che tutti questi 7 casi abbiano ad essere una eccezione a quanto ebbero ad osservare altri patologi [1],

[1] Foà, lav. cit.

questo mi pare non abbiamo davvero il diritto di ammetterlo, e per il numero e per la costanza dei fatti. Ma quali siano i rapporti delle alterazioni della milza con la neoproduzione osservata nel grand'omento e nell'epiploon gastro-splenico, questo lo vedremo in seguito molto estesamente dopo aver esposto le particolarità istologiche delle milze ammalate e la fina costituzione delle milze riprodotte.

Le alterazioni anatomiche che si rinvengono nella milza, benchè a vario grado nelle diverse osservazioni, sono senza eccezione rappresentate da un induramento e impallidimento di quest'organo per un inspessimento circoscritto o diffuso della capsula, del connettivo dello stroma, e della parete dei vasi, con diminuzione della polpa e distruzione più o meno completa di un certo numero di corpuscoli di Malpighi. Queste alterazioni assumono tre forme differenti; nella prima forma sono multiple e diffuse ad una buona parte dell'organo (osserv. 1ª e 3ª, Tav. I, fig. 1); nella seconda forma invece sono uniche o più intense almeno in una data parte della milza che viene ad esser completamente distrutta dalla retrazione cicatriziale del tessuto connettivo e ad assumere l'aspetto di un organo diviso in due parti; dalla cicatrice la lesione si diffonde poi in grado meno avanzato nelle altre parti dell'organo, che si accostano perciò più o meno alla normale a seconda della distanza dal focolajo principale della malattia (osserv. 2ª, 5ª, Tav. I, fig. 2). Quando il tessuto cicatriziale si è formato lungo il corso di qualche grosso vaso, allora tanto nella prima quanto nella seconda forma questo viene ad esser ristretto od obliterato per effetto della compressione subìta, e qualche volta dilatato in forma di ciste a parete completamente chiusa se il vaso compresso era una vena (osserv. 1ª). Nella terza forma finalmente, oltre le descritte cicatrici della superficie della milza, troviamo che il grand'omento ha contratto con quelle delle validissime aderenze (Tav. I, fig. 3). Ed è assai interessante di fermare la nostra attenzione sul rapporto che assume l'omento con la milza, di stabilire se havvi o no aderenza di questa sierosa con qualche parte di quell'organo, giacchè nei casi nei quali queste aderenze esistono (osserv. 4ª, 6ª, 7ª), il solo esame macroscopico ci dice già che nel punto d'attacco dell'omento è grandissima la neoformazione dei noduli di tessuto splenico, in continuazione con la polpa della milza principale (Tav. I, fig. 3 *c*), mentre l'esame microscopico, come vedremo meglio in seguito, rende ancor più chiari questi fatti, e ci conduce alla conclusione, che le alterazioni primitive della milza possono in parte esser ridotte per estensione ed importanza, esser compensate in parte cioè, da neoformazione in loco di tessuto splenico, quando il grand'omento si mette a contatto con la parte lesa, come quando la detta sierosa entra nell' interno di una rottura della milza (Tav. II, fig. 26 *A*, *B*, *C*).

Riguardo alle genesi e all'andamento dell'alterazione della milza, sembra dall'esame macroscopico che il punto di partenza della malattia sia ordinariamente la capsula, sotto forma d'inspessimento parziale unico o multiplo dell'aspetto di cicatrice (Tav. I, fig. 1 *a*), o sotto forma d'inspessimento diffuso, che in seguito la neoformazione del connettivo si estenda alle grandi e alle piccole trabecole della polpa, nonchè alla parete dei vasi sanguigni, inducendo gravi modificazioni e nella polpa stessa e nei corpuscoli di Malpighi. Solo eccezionalmente (osserv. 3ª), sembra che l'alterazione in discorso abbia origine dai rami dell'arteria splenica, e che da questa passi allo stroma della polpa e alla capsula.

A queste profonde alterazioni anatomiche della milza, tengono dietro corrispondenti alterazioni funzionali, da me riscontrate nei casi nei quali ho potuto esaminare quest'organo ammalato sotto l'influenza della vita, e nei quali ho visto chiaramente che le parti della milza più pallide, più dure al tatto, non si lasciano distendere dall'onda sanguigna, mentre le parti relativamente sane si gonfiano molto più della normale.

Per le alterazioni istologiche, abbiamo inspessimento totale o parziale della capsula sotto forma di grandi masse di connettivo compattissimo, inspessimento delle grosse trabecole e neoformazione di tessuto connettivo nella polpa, in modo da costituire delle grosse chiazze o dei cordoni molto stipati che comprendono fra di loro resti della polpa e corpuscoli di Malpighi ridotti a pochi globuli bianchi attorno ad arterie con lume fortemente ristretto e con parete molto grossa (Tav. II, fig. 26 *A*, *B*, *C*); alcune volte in mezzo alle zone di connettivo si osservano delle emorragie o dei resti d'emorragie, come per ostacoli di circolo si osservano grossi stravasi sanguigni con smagliamento e distruzione del reticolo, al dintorno delle parti della milza che presentano maggiore alterazione. Oltre di questo, un esame istologico più attento ci dimostra, che l'alterazione della milza non si limita solo alla capsula e alle grosse trabecole, ma che si estende altresì ai vasi sanguigni e al reticolo del Tigri. Infatti, in molte parti della milza i grossi vasi della polpa presentano un forte inspessimento della loro parete a scapito del loro lume, che è ridotto a piccolissima apertura, mentre nei punti che sono sede di grande stravaso sanguigno, le vene cavernose si presentano fortemente dilatate e turgide di sangue. E per il lato del reticolo del Tigri, si trova nelle parti ammalate, e anche in punti da queste assai lontani, che questo reticolo non è più sottile e delicato come nelle condizioni normali, ma costituito invece da una grossa trama di connettivo fibrillare con maglie piccolissime, e nelle quali alloggiano appena uno o due globuli bianchi, essendo queste parti di solito poverissime di globuli rossi (Tav. II, fig. 27). Nelle parti alterate della milza non si osservano finalmente nè cellule globulifere nè cellule con nucleo in gemmazione. Nella sola osservazione 3ª, la lesione poco avanzata della milza e le alterazioni della capsula non molto intense ed estese, di contro ad un inspessimento piuttosto rilevante delle pareti dell'arteria splenica, potrebbero far pensare che la malattia della milza avesse avuto principio contemporaneamente dalle pareti arteriose e dalla capsula, oppure che le seconde alterazioni fossero avvenute in un animale che già presentava ristringimento del lume dell'arteria splenica per arterite obliterante. Questo per quei casi nei quali non si trova nessuna adesione fra milza e grand'omento. Nelle osservazioni invece nelle quali l'omento è attaccato alla milza in corrispondenza delle cicatrici della capsula, l'esame istologico ci fa rilevare alcuni fatti che per la loro importanza meritano una particolare descrizione. Fatta una sezione completa della milza nel punto d'attacco del grand'omento, si trova che la splenite interstiziale è meno intensa, meno estesa, a misura che ci si avvicina all'omento stesso. Infatti se si divide questa sezione trasversa della milza in 3 zone, come è stato fatto nella fig. 26 della Tav. II, delle quali la prima *A* corrisponda alla capsula della faccia destra della milza, la seconda *B* al mezzo della sezione e la terza *C* alla capsula della faccia sinistra nel punto d'unione del grand'omento con la milza, si nota che nella prima zona una

grande neoformazione di un tessuto connettivo compattissimo ha distrutto quasi completamente e polpa e corpuscoli, e solo qua e là si vedono delle piccole lacune o dei solchi formati da uno smagliamento del connettivo per una infiltrazione sanguigna; che nella seconda zona i cordoni e le chiazze di connettivo sono meno spessi e comprendono fra di loro una quantità maggiore di un tessuto ricco di sangue, che nella sua costituzione si avvicina maggiormente alla polpa splenica, e presenta anche accumuli di globuli bianchi da richiamare alla mente i corpuscoli di Malpighi; e che la terza zona infine, mostra uno smagliamento maggiore dei cordoni di connettivo compatto e maggior quantità del tessuto paragonabile alla polpa. Di più, la polpa della milza si continua con una neoformazione di tessuto splenico che è avvenuta in forma di noduli nel tessuto del grand' epiploon, noduli simili per la struttura a quelli che si formano nell'epiploon gastro-splenico e nelle altre parti del grand'omento, e che saranno più sotto descritti, noduli che si fanno sempre più discosti a misura che ci si allontana dall' anormale aderenza (Tav. II, fig. 26, *Ce*). Da questi fatti si può inferire la conclusione, che la lesione primitiva della milza per opera del grand'omento può, in parte ripararsi con neoformazione in loco di tessuto splenico, nello stesso modo che tale neoformazione avviene su questa sierosa al difuori della milza, in forma di piccoli noduli rosso-scuri. Nè sembreranno azzardate queste mie conclusioni, quando si conosca una recente comunicazione di Griffini [1], nella quale si annunzia che le soluzioni di continuo della milza del cane si riparano per tessuto splenico, che proviene per la massima parte dal grand' epiploon intromessosi fra le labbra della ferita, e quando saranno resi di pubblica ragione i numerosi esperimenti che il Griffini ed io stiamo mettendo insieme per risolvere su vasta scala la questione del modo di guarigione delle ferite e delle esportazioni parziali della milza.

Perciò, in base ai fatti esposti devesi ritenere, che il reperto della sezione della milza non sempre ci rappresenta per intiero l'alterazione primitiva che ebbe luogo in quest'organo; che se questo accade in quei casi nei quali la milza non ha contratto nessun'aderenza col grand'omento, non accade certo in quelli nei quali furono rinvenute queste aderenze, e nei quali un processo di rigenerazione in loco ha compensato in parte l'alterazione primitiva. Da tutto questo ne emerge chiara la necessità di tener conto di queste adesioni ogni qual volta si rinvengano all'autopsia, anche che siano di poco conto, se si vuol dare il giusto valore alle lesioni che si osservano nella milza, e giudicare dell'importanza che queste possono avere avuto per la neoproduzione dell'epiploon gastro-splenico e del grand'omento.

Volendo adesso concludere qualche cosa su quanto riguarda le alterazioni della milza dei 7 casi nei quali si trovò una neoproduzione di tessuto splenico nelle duplicature del peritoneo più volte rammentate, possiamo dire, che in tutte queste osservazioni si osservò una splenite interstiziale indurante, che l'alterazione primitiva della milza comparve meno estesa, perchè in parte compensata da un processo di rigenerazione locale, in quei casi nei quali il grand'omento contrasse delle aderenze con quest'organo, e finalmente, che (osserv. 4ª, 5ª e 6ª) l'osservazione della milza durante la vita,

(1) Griffini, lav. cit.

e la minuta indagine anatomica ed istologica, ci autorizzano ad ammettere, che per questa splenite interstiziale una parte più o meno grande della milza venne tolta di funzione.

Quale sia la genesi di questa splenite indurante non è al certo cosa facile poterlo asserire con sicurezza. L' osservazione istologica non ci permette di riferire queste alterazioni ad infarti o a quelle malattie della milza che danno di solito questi risultati anatomici. Se è lecito intanto di fare delle ipotesi, mi sembra che la cosa la più probabile da ammettersi sia, che questa splenite indurante tenga dietro a rotture spontanee della milza, prodotte forse o da calci che questi animali ricevono con tanta facilità nel ventre, o per effetto della corsa lunga e veloce. Che queste rotture non diano poi quasi nessun' alterazione durante la vita è cosa facile a comprendersi, quando si pensa che nelle osservazioni di Tillmanns, di Griffini e mie, le asportazioni della milza, anche assai generose, non dettero mai grand' emorragia quando non venne direttamente interessato uno dei grossi vasi presso il suo ingresso in quest' organo; tale ipotesi viene poi convalidata da questi fatti:

1°, che quest'inspessimenti della capsula splenica in forma di cicatrice si trovano con maggior facilità nel cane e nel cavallo, che hanno stazione orizzontale e corsa lunga e veloce;

2°, che la splenite interstiziale ha sempre punto di partenza da una parte limitata della capsula, dove la neoproduzione connettiva è più abbondante;

3°, che in alcune osservazioni il grand'omento aderisce alla lesione della milza come quando si fa una ferita o un' asportazione parziale di quest'organo;

4°, che queste alterazioni sono del tutto locali, ed in nessun rapporto con alterazioni generali dell'organismo, tanto che l'animale non dà mai nessuno segno di malattia, e in loco e in punti lontani conserva perfettamente il potere di riprodurre del tessuto splenico più o meno perfetto.

Passiamo adesso allo studio delle neoformazioni della milza che si osserva nell'epiploon gastro splenico e nel grand'omento, onde esaminare le comunanze e le differenze che ha questa neoproduzione con quella che tien dietro all'asportazione della milza, e che io ho estesamente descritta nel lavoro sopra citato. Non starò qui a esporre di nuovo i caratteri anatomici delle milze neoprodotte per alterazione della milza grande, giacchè questa non sarebbe che una ripetizione di quanto è stato esposto dettagliatamente nei protocolli delle singole osservazioni e specialmente nell'osserv. 1ª; mi limiterò solo a far rilevare a questo punto le differenze macroscopiche che passano fra queste milze e quelle che si producono dopo la splenectomia. Se si confrontano insieme due pezzi di grand'omento, uno con neoformazione sperimentale e uno con neoformazione per processi patologici, oppure se si confrontano semplicemente le figure dei miei lavori su questi argomenti, ci si accorge facilmente, che le prime milze sono in forma di noduli sferici o leggermente schiacciati, aventi una superficie irregolare, ed un contorno assai netto, tanto che anche all'osservazione la più superficiale facilmente si riesce a diagnosticarli e per piccole milze, mentre le seconde, specialmente quelle di un certo volume, hanno un contorno irregolarissimo, indeciso, perchè per una vera sfumatura passano dal colore rosso scuro del nodulo al colore bianco-giallastro

del grand'omento, onde hanno più l'aspetto d'infiltrazioni emorragiche, di piccole emorragie, che di vere milze. Questa differenza si comprenderà molto più facilmente quando si rammenterà che nella neoformazione sperimentale il nodulo è sempre nettamente limitato dalla capsula, e questa circondata solo da un infiltramento di globuli bianchi o da apposizione di nuovi noduli, mentre nella neoformazione per processi patologici in moltissimi noduli manca una capsula distinta e la milza è circondata da una zona con abbondante infiltramento sanguigno. Oltre di ciò, nelle milze neoprodotte per alterazione della milza grande, anche i noduli i più piccoli, quelli che di poco passano la grossezza di un punto, compariscono rosso-bruni, mentre in seguito alla splenectomia i più piccoli noduli rosso-bruni che si vedono hanno dimensioni molto maggiori (Vedi Tav. I, fig. 5, e confrontala con la figura 1, dell'altro mio lavoro sulla riproduzione della milza). Anche questa differenza trova la sua spiegazione nei fatti istologici, giacchè nel primo caso il nodulo comincia generalmente a formarsi dalla polpa, onde comparisce bruno fino dai primi momenti della sua formazione e appena l'occhio può distinguerlo (Tav. I, fig. 9, 10, 11, 13, e Tav. II, fig. 16), mentre nel secondo caso la formazione della polpa essendo sempre secondaria a quella dei corpuscoli di Malpighi, la colorazione delle piccole milze comparisce rosso-bruna solo quando queste neoproduzioni hanno raggiunto un certo volume, superiore a quello dei corpuscoli stessi.

Quanto alla sede e alla distribuzione delle milze neoprodotte, mentre abbiamo che questa neoformazione (almeno nei casi da me osservati) è generalmente limitata al grand'omento e all'epiploon gastro-splenico quando è causata da alterazione della milza grande, troviamo invece una diffusione molto maggiore quando la formazione delle nuove milze riconosce per causa una splenectomia; sembra quasi che nel primo caso il fatto della neoproduzione si limiti alle parti più predisposte per rapporti vascolari e di vicinanza, mentre nel secondo pare si diffonda a tutti i punti della sierosa peritoneale dove questa neoformazione è possibile (escluso sempre il mesenterio), tanto da poter compensare nel modo il più pronto e il più completo la mancanza della milza. Ed infatti, nelle mie ricerche sulla neoformazione sperimentale, all'infuori del grand'omento, io ho trovato delle piccole milze in altre ripiegature del peritoneo, come nell'epiploon gastro-epatico, nel mesocolon e perfino nel mesoretto e nel cul di sacco di Douglas. Quanto alla distribuzione abbiamo poi, che escluso il caso di aderenza del grand'omento con la milza, la neoproduzione per processi patologici è sempre più abbondante nell'epiploon gastro-splenico e nelle vicinanze della milza grande che nel grand'omento, onde nella prima sierosa rammentata si trovano i noduli i più grossi e i più numerosi, mentre nella riproduzione sperimentale tutto induce a ritenere che nessun nodulo si produca nell'epiploon gastro splenico; infatti, per quanto abbia attentamente ricercato, anche dopo la pubblicazione dei miei precedenti lavori, mai ho potuto trovare nel moncone dell'epiploon gastro-splenico delle piccole milze o dei resti di queste, come sarebbe dovuto accadere se questi noduli avessero preesistito alla praticata operazione, sia per la loro abbondanza in questa parte, come già abbiamo notato, sia per le pochissime alterazioni che presentavano i resti di quest'epiploon nei casi nei quali in seguito alla splenectomia si ebbe la neoformazione della milza.

Dai fatti esposti si comprende facilmente, come durante la splenectomia praticata con taglio laterale delle parti addominali, sia sempre possibile di fare la diagnosi della neoformazione dell' omento, tanto per le alterazioni della milza che si asporta, quanto per i numerosi noduli scuri disseminati nell'epiploon gastro-splenico o nelle porzioni del grand' omento fattesi aderenti alle cicatrici della milza, senza ricorrere ad un minuzioso esame del grand'omento stesso.

Finalmente, nel caso della neoformazione per processi patologici, nella sierosa interposta alle piccole milze, non si osservano dei corpuscoli di Malpighi in via di formazione o già formati, come nel caso della splenectomia, sia perchè la prima neoformazione a differenza della seconda ha origine in generale dalla polpa, sia perchè nelle osservazioni che mi capitarono la lesione della milza era molto antica, e già compiuto quindi il processo di neoformazione del grand' omento e dell'epiploon gastro-splenico.

Passati in rivista i principali caratteri macroscopici delle milze neoprodotte, occupiamoci adesso del modo di sviluppo, della struttura e dell'accrescimento di questi piccoli organi. Per ben comprendere i modi di formazione dai noduli che stiamo studiando, si debbono premettere alcune cognizioni d'istologia normale del grand'omento, che fanno parte di un lavoro più generale sulla struttura di questa sierosa che fra breve sarà reso pure di pubblica ragione. Seguendo sopra estese preparazioni il corso dei vasi sanguigni dell'epiploon normale del cane di qualsiasi età, si trova che questi non terminano ad anse o a rete capillare come i vasi di altre parti del corpo, ma invece che le anse capillari si prolungano in un sottile ramo che ha i caratteri di un vaso embrionale, e che dopo un piccolo tratto o termina libero nel tessuto dell'omento, o si continua con i prolungamenti cellulari della rete di cellule connettive (Tav. I, fig. 7 *a*, *b*); queste piccole appendici vascolari che non mostrano nel loro interno nessun canale, sia perchè effettivamente non esiste, sia perchè non apparisce evidente per accollamento delle sue pareti, somigliano a vasi in via di sviluppo, sono costituiti cioè da nuclei grossi e allungati e da una sostanza finamente granulare, protoplasmatica; alcune volte non hanno globuli rossi nel loro interno, altra volta ne contengono solo pochi in vicinanza del vaso capillare col quale sono in rapporto, o mostrano semplicemente degli spazî vuoti della grandezza e forma dei globuli rossi. Questo modo di terminazione dei vasi si riscontra pure nel coniglio, nel quale si rileva anche meglio la continuazione di questi rami vascolari embrionali con le cellule connettive, che in quest'animale sono più numerose e più evidenti che nel cane. Di più ho potuto vedere anche nel cane, e specialmente nel cane giovanissimo, una rete vascolare indipendente simile a quella che si osserva chiaramente nel coniglio, e che è stata descritta da Ranvier col nome di *rete vaso-formatrice*. Conosciuta questa particolare terminazione dei vasi dell' omento, si comprende subito come per aumento della pressione endovasale o per altre cagioni non ancora del tutto note, il sangue debba passare facilmente dai vasi nelle maglie del tessuto connettivo, e come attivissimi e quasi diretti debbano essere gli scambî fra quelle due parti.

Studiando adesso la neoformazione delle milze per processi patologici della milza primaria, sopra pezzetti di omento diligentemente distesi e convenientemente

colorati, ho trovato che i primi fenomeni di sviluppo si osservano nelle vicinanze dei piccoli vasi terminali embrionali; questi compariscono circondati da un tessuto connettivo più spesso del normale e con cellule connettive schiacciate fra i grossi fasci delle fibre e disposte tutte nello stesso senso (Tav. I, fig. 8 *b*, *c*). Nelle serie complete di sezioni microscopiche fatte con i più piccoli noduli trovati e incollate in bell'ordine sul vetro porta oggetti col metodo di Giessbrecht, si notano i seguenti fatti; il tessuto connettivo del nodulo è assai più abbondante e diviso spesso in due strati, uno esterno più sottile, più fitto, più povero di cellule, quasi disposto a forma di capsula, uno interno più lasso, più ricco di cellule, ancora disposte quasi tutte secondo l'asse longitudinale del nodulo, e fra le quali non si distingue più il vaso centrale, nè si vede traccia di formazione di corpuscoli di Malpighi; si osservano invece qua e là nelle maglie del tessuto connettivo, dei globuli rossi, ora isolati, ora raccolti in forma di piccole emorragie, al dintorno delle quali si nota spesso una maggior quantità di nuclei per accumulo di globuli bianchi (Tav. I, fig. 9 *a*, *b*, *c*; Tav. II, fig. 28 *a*, *b*). Il tessuto dell'epiploon che circonda il nodulo, è un poco inspessito e più ricco di elementi cellulari (Tav. I, fig. 9 *d*, fig. 11 *d*, fig. 12 *c*, fig. 13 *b*). Alcune volte non si osserva la separazione dello strato esterno di connettivo in forma di capsula, ma l'emorragie sono disseminate in un connettivo uniforme, con cellule disposte egualmente secondo l'asse maggiore della piccola milza (Tav. I, fig. 11 *a*). In stadî più avanzati l'emorragia e lo smagliamento del connettivo è anche maggiore, maggiore è in alcune parti l'accumulo dei globuli bianchi, sia che il nodulo conservi all'esterno una spessa zona di connettivo in forma di capsula (Tav. I, fig. 10 *a*, *b*, *c*), sia che l'emorragia e lo smagliamento del connettivo si facciano egualmente nella porzione periferica che nella centrale del nodulo; l'epiploon che circonda questi noduli è assai ricco di cellule e presenta qua e là un'infiltrazione di sangue nelle sue maglie (Tav. I, fig. 10 *d*, fig. 13 *b*; Tav. II, fig. 16 *c*). In alcuni casi più rari, i piccoli noduli risultano costituiti da grossi fasci di tessuto connettivo sclerosato, diretti in vario senso, provvisti di nuclei bastonciniformi come quelli delle fibre muscolari liscie, e solo in piccola parte e molto irregolarmente, presentano lo smagliamento di tessuto connettivo e le solite emorragie (Tav. I, fig. 12 *a*, *b*; Tav. II, fig. 14 *a*, *b*); in questi casi i caratteri della neoproduzione sono talmente differenti da quelli della milza, che difficilmente si sarebbe potuta dichiarare per tale, se prima non si fossero osservate delle forme più perfette. Intanto giova aggiungere ancora, come nei numerosi noduli da me esaminati per lo studio delle fasi di sviluppo descritte, io non abbia potuto osservare in nessuna di queste le figure caratteristiche dei corpuscoli di Malpighi, quando per questi non si vogliano prendere degli accumuli irregolari di globuli bianchi al dintorno o nell'interno dei più grossi stravasi sanguigni (Tav. I, fig. 10 *c*).

Di contro a questa forma dura delle piccole milze, nella quale il tessuto connettivo ha il predominio sul sangue stravasato, troviamo una forma molle, nella quale il sangue è molto abbondante e sottilissima invece la trama connettiva che lo divide, tanto da formare in alcune parti delle grandi cavità o seni, sprovvisti in molti punti di rivestimento endoteliale e di una parete propria (Tav. I, fig. 13 *a*; Tav. II, fig. 16 *a*); anche in questa forma mancano i corpuscoli di Malpighi, e il connettivo che sta attorno a questi noduli mostra pure riassorbimento del grasso, accumulo di globuli bianchi e

infiltramento di sangue (Tav. I, fig. 13 *b*; Tav. II, fig. 16 *c*). Delle due forme descritte, molle e dura, in alcune osservazioni prevale la prima, in altre la seconda; le quali del resto, come è facile a comprendersi, hanno la stessa maniera di sviluppo, e differiscono nel loro aspetto solo per la prevalenza dell'infiltrato sanguigno o della produzione di tessuto connettivo. Nelle sezioni microscopiche di questi noduli incollate in serie continua sul vetro porta-oggetti, si riesce a vedere molto chiaramente il modo della loro vascolarizzazione; in qualcuno dei tagli centrali si vedono infatti due piccoli rami, uno arterioso e uno venoso, che entrano nell'interno del nodulo, e che dopo piccolo tratto perdono la parete loro propria e si continuano con la parete delle lacune sanguigne, formata solamente da tessuto connettivo senza speciale disposizione e rivestimento (Tav. I, fig. 11 *b*, *c*; Tav. II, fig. 15 *a*, *b*, *c*).

Nei noduli i più grossi, che rappresentano certamente forme più avanzate di sviluppo, si osserva poco di differente da quanto è stato notato nelle milze più piccole; si ha un tessuto connettivo diviso in zone o noduli più o meno completi, da fasci o setti di connettivo più stipato, e smagliato a vario grado da un infiltrato sanguigno (Tav. II, fig. 17 *a*, *b*, *d*). Esaminato questo connettivo a forte ingrandimento, si vedono, come nei piccoli noduli, dei fasci di fibre molto compatti, con nuclei di forma irregolare, e più o meno numerosi a seconda dei varî punti; le fibre di questo tessuto, ora sono divise da uno solo o da pochissimi globuli rossi (Tav. II, fig. 19 *a*, *b*), ora sono fortemente smagliate e comprendono delle vere lacune sanguigne, che al pari delle piccole non hanno generalmente nè rivestimento endoteliale nè parete propria (Tav. II, fig. 18 *a*, *b*). Relativamente ai corpuscoli di Malpighi, alcuni di questi grossi noduli presentano nel loro interno solo degli ammassi irregolari di globuli bianchi, raccolti spesso sopra qualche grosso sepimento di tessuto connettivo (Tav. II, fig. 17 *c*), altri hanno delle figure che si accostano maggiormente a quelle caratteristiche del corpuscolo, altri finalmente non offrono niente che possa rassomigliare ad un corpuscolo di Malpighi; così conservo nella mia collezione delle serie complete di sezioni microscopiche di piccole milze, del diametro massimo di 7 mill., del tutto sprovviste di corpuscoli di Malpighi e di qualsiasi accumulo regolare o irregolare di globuli bianchi. In queste grosse neoformazioni, come nelle piccole, mancano le cellule con nucleo in gemmazione, e solo si osserva in alcuni punti del rozzo stroma connettivo, un accumulo di nuclei comprendente alcune volte una piccola quantità di protoplasma granuloso (Tav. II, fig. 20 e 21 *a*, *b*); mancano assolutamente i globuli rossi nucleati, per quanto siano stati ricercati con buone lenti ad immersione tanto a fresco quanto in preparazioni colorate con ematossilina, nelle quali questi globuli embrionali risaltano molto facilmente. Anche le varietà delle grosse milze descritte, consistono nella differenza di proporzione fra sangue e tessuto connettivo, vale a dire nello smagliamento subìto dal tessuto connettivo per la maggiore o minor quantità di sangue stravasato.

A riguardo dell'accrescimento delle milze neoprodotte per alterazioni della milza grande, trovo che le porzioni d'epiploon che stanno nelle vicinanze di un nodulo, presentano riassorbimento del grasso, accumulo di globuli bianchi, inspessimento dei fasci di connettivo, e infiltramento di sangue nelle maglie di questo tessuto (Tav. I, fig. 9, 10, 11 *d*, fig. 12 *c*, fig. 13 *b*; Tav. II, fig. 16 *c*, fig. 17 *e*). Sembra quindi che

l'accrescimento di questi noduli, a differenza di quello che si osserva in seguito alla splenectomia, abbia luogo con quello stesso processo col quale ha principio la neoformazione, vale a dire con l'infiltrazione di sangue in un connettivo inspessito, e con la formazione di un tessuto che può in certa maniera paragonarsi a quello della polpa della milza.

Tutto quanto abbiamo esposto avviene nella maggior parte dei noduli esaminati, ma non nella generalità. Infatti, in qualche nodulo, e specialmente nei casi nei quali la milza fu più estesamente distrutta (osserv. 2ª), il modo di formazione e la struttura delle piccole milze si allontana da quello sopra descritto, e si avvicina a quello che si osserva nei casi nei quali questa neoformazione fu prodotta dalla splenectomia. Si trovano allora, anche nei noduli più piccoli, i caratteristici corpuscoli di Malpighi, si vede nettamente distinto alla periferia della milza uno strato di connettivo compatto in forma di capsula, e nella polpa al semplice smagliamento del rozzo connettivo che costituisce lo stroma primitivo, tengono dietro tutte le varie fasi di sviluppo del vero reticolo della polpa (Tav. II, fig. 22 *a*, *b*, *c*,). Così nella figura 23 *a*, *b*, *c*, Tav. II, si osservano delle cellule embrionali della polpa, con la loro disposizione a guisa d'epitelio, e la costituzione del reticolo protoplasmatico per l'alveolizzazione delle sopradette cellule embrionali; nella fig. 24 *b*, Tav. II, notasi un reticolo delicato come il reticolo del Tigri, in mezzo al quale sta una grossa cellula fortemente granulosa, a contorno irregolare, e con divisione multipla e incompleta del nucleo come nelle cellule con nucleo in gemmazione. Attorno a queste piccole milze, alcune volte, benchè piuttosto raramente, si riescono a vedere fatti di accrescimento identici a quelli da me notati nelle neoformazioni sperimentali della milza, vale a dire dapprima formazione dei corpuscoli di Malpighi e successivamente produzione della polpa; forse il non incontrarsi troppo frequentemente questi fenomeni di accrescimento, dipende da ciò, che nelle osservazioni occorsemi l'alterazione della milza grande era di data piuttosto antica e già completamente compiuto il processo di neoformazione delle ripiegature del peritoneo. Come curiosità istologica, alla quale non sono riuscito a dare una plausibile interpetrazione, riferirò, come io abbia trovato nel mezzo della polpa di una di queste specie di milze neoprodotte, un cortissimo canale, formato da una sottile parete di connettivo, rivestito da un epitelio cilindrico basso (Tav. II, fig 25 *a*, *b*, *c*,), e contenente un detrito di granuli albuminosi; questo fatto non ho potuto osservarlo in altre milze neoprodotte , benchè ne abbia esaminate moltissime.

Se intanto vogliamo raccogliere i caratteri istologici della neoformazione di milza per processi patologici che abbiamo dettagliatamente esposti, e confrontarli con quelli della neoformazione sperimentale riferiti in altro lavoro, troviamo fra le due serie di neoproduzione delle marcatissime differenze, relative allo sviluppo, alla struttura, e all' accrescimento delle piccole milze.

Per lo sviluppo abbiamo come differenza precipua, che la neoformazione patologica ha principio in generale con la produzione della polpa, mentre dopo la splenectomia, come nella riproduzione parziale, le prime parti che si formano sono sempre i corpuscoli. Per questo, nel secondo caso si trovano nell' omento corpuscoli in via di formazione che mancano nel primo, corpuscoli che non è possibile confondere con gli accumuli normali di globuli bianchi che si osservano al dintorno dei vasi nei punti nei quali

si riassorbe il grasso, e che vennero già descritti da molti osservatori, giacchè in questi si hanno semplicemente delle cellule linfatiche attorno ad una ricca rete vascolare, nella quale predominano i vasi venosi fortemente dilatati e molto simili ai vasi cavernosi, mentre nella neoformazione dei corpuscoli di Malpighi, si vedono attorno ai rami capillari di un'arteriola, delle grandi cellule, ricche di protoplasma fortemente granuloso, con attiva divisione nucleare o con molti nuclei, onde alcune di queste prendono l'aspetto delle cellule giganti. Per questo ancora, i piccoli noduli che si producono dopo la splenectomia contengono sempre uno o più corpuscoli di Malpighi caratteristici, dentro o fuori della polpa, come io ho già accennato nell'altro lavoro, mentre delle milze che si producono per processi patologici, molte son senza corpuscolo, anche fra le più grandi, alcune contengono solo degli ammassi irregolari di globuli bianchi, poche solamente hanno nell'interno le figure caratteristiche di un corpuscolo di Malpighi.

Per le differenze di struttura dei noduli già sviluppati, troviamo, oltre quello che abbiamo detto a riguardo dei corpuscoli di Malpighi, che nella maggior parte delle milze che si producono per processi patologici manca una capsula distinta, che il delicato reticolo del Tigri è rappresentato da un rozzo connettivo più o meno smagliato e senza vene cavernose, che la polpa è formata solo da un infiltrato sanguigno, e finalmente che mancano i globuli rossi nucleati, mentre capsula, vene cavernose, reticolo eguale a quello della milza normale, e globuli rossi nucleati, si trovano nei noduli che si sviluppano nell'omento e in altre ripiegature del peritoneo dopo la splenectomia. Abbiamo poi, che mentre regna una grande uniformità nei caratteri istologici delle prime, nelle seconde si trova invece maggior varietà di struttura, specialmente rispetto alla polpa, come se fosse già terminata la neoformazione nel caso di antiche malattie della milza grande, e si avesse uno sviluppo recente e attivissimo nel caso della splenectomia, e fosse più facile perciò di sorprendere i varî stadî della neoformazione.

Anche nell'accrescimento delle due varietà di milze neoprodotte, si hanno delle considerevoli differenze; nella neoproduzione sperimentale il modo di accrescimento è sempre identico a quello del primitivo sviluppo della piccola milza, si fa cioè per formazione prima di corpuscoli e poi di polpa, mentre nella neoproduzione per processi patologici l'accrescimento avviene nel maggior numero dei casi per infiltrazione emorragica e per inspessimento del connettivo delle vicinanze dei noduli, vale a dire per formazione di polpa con un processo identico a quello della comparsa della prima parte dei noduli stessi.

Riunendo insieme queste differenze di sviluppo, struttura e accrescimento, si può concludere, che la neoproduzione sperimentale ha luogo per un processo regolare, identico probabilmente al processo di formazione embrionale, percui queste neoproduzioni, al pari della riproduzione parziale, contengono globuli rossi nucleati come la milza del feto, mentre la neoproduzione per processi patologici avviene in una maniera più irregolare e arriva solo alle prime fasi del suo sviluppo. Se confrontiamo infatti varî preparati microscopici delle due serie di neoformazioni, non resta difficile di accorgersi che molti noduli prodotti da alterazione della milza grande, presentano, nella polpa specialmente, figure identiche a quelle dei primi stadî di sviluppo delle milze

formatesi per la splenectomia (confronta le fig. 18, 19, Tav. II, di questo lavoro con le fig. 14, Tav. II, dell'altro lavoro), in modo che in molti dei primi noduli sarebbe davvero riuscito assai difficile di fare la diagnosi di tessuto splenico, se prima non si fosse conosciuto quello che in modo più completo, più perfetto, avviene dopo la splenectomia. Solo in qualche nodulo, specialmente nei casi nei quali si ha più profonda alterazione della milza (osserv. 2ª), le neoformazioni del grand'omento e dell'epiploon gastro-splenico tiene un andamento più regolare, e si riscontrano in quella tutti quei fatti da me descritti per la riproduzione sperimentale, come lo dimostrano le fig. 22, 23, 24, Tav. II. Con questo non voglio escludere però, che anche la neoformazione per cause patologiche possa contenere globuli rossi nucleati, giacchè può benissimo accadere che queste neoproduzioni rivestano i caratteri della milza embrionale quando sono colte nelle prime fasi o nei primi momenti del loro sviluppo, mentre compariscano come milze adulte quando datano da molto tempo e quando è già compiuto il processo che le produce, come avvenne appunto per i nostri casi.

Le accennate differenze di struttura, o per meglio dire di sviluppo, ci conducono intanto a conoscere la forma la più semplice, la meno perfetta, del tessuto che può supplire in parte la funzione della milza, qualunque essa si sia, e a stabilire quasi un annello di congiunzione fra il tessuto connettivo che serve di matrice a questi noduli e la forma la più elevata, la più complessa, delle sue modificazioni fisiologiche, rappresentata dalla normale struttura della milza. Lascio per ora le deduzioni che si potrebbero trarre da queste considerazioni generali a riguardo della funzione del tessuto connettivo, aspettando il risultato di esperimenti di altr'ordine già a questo fine istituiti. Solo volendo dare una plausibile spiegazione delle differenze di sviluppo e di struttura delle due neoformazioni, sperimentale e per processi patologici, mi sembra non ci sia altro che ricorrere per questa spiegazione alla diversità della causa, e al modo lento o rapido di sviluppo della neoformazione, ciò che si comprende facilmente quando si pensa che dopo la splenectomia occorrono degli organi che vadano a rimpiazzare completamente la milza asportata, mentre che nel caso della splenite cronica, organi piu semplici, meno perfetti, devono bastare per coadiuvare la funzione della milza che venne solo parzialmente abolita da un processo patologico.

Con i fatti esposti in questa ed in altre Memorie sulla neoformazione della milza, io non ho inteso certamente di limitare la produzione delle piccole milze del grand' omento e di altre ripiegature del peritoneo solo ai casi di diminuita od abolita funzione della milza primaria, sia per asportazioni sperimentali, sia per processi patologici, come nelle osservazioni da me riportate, giacchè non posso assolutamente escludere, almeno fino a prova in contrario, che modificazioni circoscritte o diffuse del connettivo dell'omento, si producano pure per estese alterazioni del midollo delle ossa, o semplicemente per bisogni eccessivi dell'organismo nei quali i mezzi ordinarî di sanguificazione non valgono a compensare le perdite.

Esposti i fatti anatomici ed istologici delle milze neoprodotte e delle alterazioni della milza grande, nonchè il valore e la significazione che ciascuno di questi fatti ha quando è preso separatamente, resta adesso da esaminare quali rapporti esistano fra l'alterazione della milza e la neoproduzione dell'epiploon gastro-splenico

e del grand'omento. A questo riguardo io non esito nemmeno un momento ad affermare, che la lesione anatomica della milza e l'abolizione parziale della funzione che ne consegue, siano la causa diretta della predetta neoformazione, come valgono a provarlo:

1°, che delle numerose osservazioni, questa neoformazione si rinvenne solo nei 7 casi nei quali si trovò lesione più o meno profonda della milza;

2°, che il grado della neoformazione fu sempre proporzionato al grado della lesione della milza, salvo in quei casi nei quali questa fu in parte compensata secondariamente per neoproduzione parziale in loco;

3°, che la neoproduzione si fa in maggiori proporzioni nelle vicinanze della milza, tanto nell' epiploon gastro-splenico quanto nelle adesioni anormali del grand' omento con quella, e da questo punto si diffonde poi nelle parti più lontane;

4°, finalmente, che nelle ferite e nelle asportazioni cuneiformi dei bordi della milza, si ottiene non solo la riparazione della perdita di sostanza per opera del grand' omento, ma alcune volte si producono su questa sierosa, ed in vicinanza della sua anormale aderenza con la milza, dei piccoli noduli, che hanno tutti i caratteri delle milze embrionali, noduli che certamente non esistevano prima della praticata lesione della milza essendo stato accuratamente esaminato il grand'omento durante l'atto operatorio. In una prossima Memoria sulla riproduzione parziale della milza saranno riportati i dettagli di queste osservazioni, fatte la prima volta dal prof. Griffini e confermate poi da me e dal Foà stesso.

Se i fatti esposti possono estendersi ancora ad altre malattie della milza, questo è quello che non sono ancora in grado di poter affermare; però anche non tenendo calcolo della frequenza dei fatti da me osservati, si può presuntivamente ammettere, che la splenite indurante più o meno circoscritta, sia quella che dà luogo preferibilmente a questa neoformazione, come quella che si limita ad un processo locale, ad un' alterazione parziale della milza, senza grave risentimento dell'organismo, al contrario di quanto accade per la degenerazione amiloidea e per altre malattie della milza, e senza portare alterazioni nel tessuto che deve servire di matrice alla neoproduzione.

CONCLUSIONI

1° Le milze soprannumerarie dipendono da aberrazioni dello sviluppo embrionale, per le quali delle piccole porzioni di milza restano escluse dalla massa principale di quest'organo.

2° Queste milze soprannumerarie sono sempre in numero molto limitato (1-3), presentano gli stessi caratteri istologici e le stesse alterazioni della milza grande, e non mostrano mai, nè entro nè fuori della capsula, corpuscoli o polpa splenica in via di sviluppo.

3° La neoformazione non sperimentale della milza, che si rinviene nel grand' omento e nell'epiploon gastro-splenico, si accompagna sempre a speciali alterazioni della milza grande, in seguito alle quali le parti ammalate dell'organo non si lasciano espandere dall' onda sanguigna.

4° Queste alterazioni consistono in una splenite interstiziale (indurante) più o meno circoscritta, che ha origine probabilmente da rotture spontanee della milza, le quali si osservano specialmente negli animali a stazione orizzontale e a corsa veloce.

5° La splenite indurante, tanto la circoscritta quanto la diffusa, interessa la capsula, le grosse trabecole, il reticolo del Tigri e la parete dei vasi, dando luogo alla formazione di grossi fasci e grosse chiazze di connettivo compatto che distruggono la polpa e i corpuscoli di Malpighi che comprendono.

6° Il grado della lesione della milza corrisponde sempre, per intensità e per estensione, al grado della neoformazione, meno il caso nel quale il grand' omento è penetrato nella rottura della milza, ed ha compensato in parte le lesioni di questa con una neoproduzione locale di corpuscoli e di polpa.

7° La neoformazione di tessuto splenico ha sempre origine dalle vicinanze della milza, e da queste parti si diffonde poi in punti più lontani, onde in vicinanza della milza, e tanto nell' epiploon gastro-splenico quanto nel grand' omento che ha contratto adesioni anormali con la milza, trovasi sempre la neoformazione più abbondante e più avanzata.

8° Questa neoformazione nei casi osservati si limita generalmente al grande omento e all' epiploon gastro-splenico, ma può anche estendersi ad altri punti della sierosa peritoneale, come al peritoneo di rivestimento degl'organi, quando il grande omento ha contratto con questi delle aderenze e si sono stabiliti rapporti vascolari diretti fra i due punti della sierosa.

9° La neoformazione sperimentale della milza, che ha sempre principio dalla formazione dei corpuscoli di Malpighi, segue regolarmente le varie fasi dello sviluppo embrionale, e termina col possedere, per numero, forma e disposizione delle sue parti, la stessa struttura istologica della milza grande normale di un animale adulto, mentre la neoformazione che tien dietro a processi patalogici della milza primaria, ha principio ordinariamente dalla polpa, in molti noduli è sprovvista di corpuscoli di Malpighi, e di regola si arresta ai primi periodi di sviluppo, ossia ad un semplice infiltramento di sangue del connettivo neoformato.

10° Le milze che tengono dietro alle splenectomie, al pari della milza embrionale, contengono globuli rossi nucleati, che mancano invece nella neoformazione di tessuto splenico che ha origine da splenite indurante, forse perchè in questi casi la neoformazione è sorpresa di solito in periodi più avanzati, e quando già riveste i caratteri della milza d' adulto.

11° Il modo di accrescimento delle due varietà di milze neoformate, sperimentale e per processi patologici della milza primaria, è perfettamente identico al loro modo di sviluppo, quindi presenta quelle differenze notate nella conclusione 9ª.

12° Solo in qualche nodulo, specialmente nei casi nei quali è maggiore l'alterazione della milza grande, lo sviluppo, l' accrescimento e la struttura della neoformazione, avvengono in modo regolare e completo, e sono identici a quelli delle milze prodotte per la splenectomia.

13° Le differenze istologiche fra i due ordini di neoproduzione, sperimentale e per processi patologici, dipendono probabilmente dal modo lento e rapido di loro formazione, e dal modo completo o incompleto col quale devono compensare la

funzione della milza, a seconda cioè che questa fu totalmente asportata o solo parzialmente distrutta.

14° Le alterazioni della milza, la presenza di numerosi noduli scuri nell'epiploon gastro-splenico o nel grand'omento che ha contratto anormali aderenze con le parti alterate della milza primaria, rendono sempre possibile di diagnosticare durante la splenectomia la neoproduzione di piccole milze nell'omento, senza il bisogno di ricorrere ad un minuzioso esame di questa sierosa.

15° La neoformazione della milza per processi patologici, ci rappresenta l'organo il più semplice, il meno perfetto, che può adempiere alla funzione della milza, qualunque essa si sia, e quasi un anello di congiunzione fra il semplice tessuto connettivo e la struttura complessa della milza normale dell'animale adulto.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE.

Tavola I.

Fig. 1. *Milza con splenite indurante* (osserv. 1ª): *a,* cicatrice della faccia sinistra della milza; *b,* cicatrice che interessa tutto lo spessore dell'organo e sopra alla quale si trova nella faccia destra una grossa ciste a contenuto sieroso e a pareti completamente chiuse, formata dalla dilatazione di una grossa vena; *c,* parti anemiche e indurate della milza; *d,* parti che si lasciano distendere dall'onda sanguigna e che hanno l'aspetto della milza normale. Disegnata dal pezzo fresco a $^1/_2$ grandezza.

Fig. 2. *Milza con divisione per splenite indurante* (osserv. 2ª): *a,* porzione superiore della milza con tre piccole chiazze più scure, più rilevate, e dell'aspetto della milza normale a un dipresso; *b,* porzione inferiore della milza, impiccolita, deformata, decolorata, fortemente rugosa per retrazioni di tessuto cicatriziale; *c,* cordone di fitto tessuto connettivo che unisce le due porzioni divise della milza e con le quali si connette per un fitto tessuto cicatriziale; *d,* epiploon gastro-splenico. Disegnata dal pezzo fresco a $^1/_2$ grandezza.

Fig. 3. *Milza con splenite indurante parziale e con aderenza del grand'omento alla parte ammalata* (osserv. 6ª): *a,* parte normale della milza; *b,* solco longitudinale e distruzione della porzione di milza che resta dal lato sinistro di questo solco; *c,* grand'omento che aderisce al solco della milza, e che presenta disseminate delle piccole milze neoprodotte e dei cordoni di polpa, che si continuano con la milza grande nel punto del suo infossamento. Disegnata dal pezzo fresco a $^1/_2$ grandezza.

Fig. 4. *Incipiente neoformazione di milza nell'epiploon gastro-splenico* (osserv. 3ª). Le piccole milze hanno ancora un colore giallognolo perchè formate per la massima parte da un tessuto connettivo e solo da poco sangue nelle maglie di questo tessuto. Dal pezzo fresco. Ingr. naturale.

Fig. 5. *Neoformazione della milza nel grand' omento.* (osserv. 1ª). Dal pezzo fresco. Ingr. naturale.

Fig. 6. *Milza e pancreas accessorî dell'epiploon gastro-splenico di un coniglio* (osserv. 8ª): *a,* capsula assai spessa della milza accessoria, rivestita da uno strato di cellule endoteliali; *b,* polpa normale; *c,* corpuscoli normali; *d,* pancreas accessorio provvisto di capsula, e rivestito da cellule dell' endotelio peritoneale; *e,* epiploon gastro-splenico che unisce i due organi accessorî. Colorazione con carminio di Grenacher. Ingr. 33.

Fig. 7. *Modo di terminazione dei vasi sanguigni nel grand'omento normale del cane*: *a,* ansa capillare; *b,* ramo vascolare terminale della costituzione di un vaso embrionale; *c,* tessuto connettivo dell' omento. Colorazione con ematossilina. Ingr. 340.

Fig. 8. *Sviluppo delle milze neoformate* (osserv. 1ª): *a,* ansa capillare; *b,* ramo vascolare terminale; *c,* inspessimento del connettivo dell'epiploon attorno al vaso terminale; *d,* tessuto connettivo del grand'omento. Colorazione con ematossilina. Ingr. 140.

FIG. 9. *Sviluppo delle milze neoformate* (Osserv. 3a): *a*, spesso connettivo che circoscrive la neoformazione a guisa di capsula; *b*, connettivo più lasso con nuclei diretti tutti nello stesso senso; *c*, sangue libero nelle maglie del connettivo; *d*, epiploon gastro-splenico. Colorazione con ematossilina. Ingr. 33.

FIG. 10. *Sviluppo delle milze neoformate.* (osserv. 3a); *a*, spesso connettivo che circoscrive la neoformazione a guisa di capsula; *b*, connettivo smagliato dal sangue; *c*, accumulo di globuli bianchi al dintorno della infiltrazione sanguigna; *d*, epiploon gastro-splenico assai inspessito e con leggera infiltrazione di sangue. Colorazione con ematossilina. Ingr. 33.

FIG. 11. *Comunicazione delle piccole milze neoformate con i vasi dell'omento* (osserv. 1a): *a*, piccolo nodulo, formato per buona parte da fitto tessuto connettivo, e che comprende solo poco sangue nelle sue maglie; *b*, piccolo vaso sanguigno che entra in questa milza e la parete del quale si perde nel fitto connettivo che circoscrive le cavità ripiene di sangue; *c*, grossa lacuna sanguigna; *d*, grand'omento assai inspessito e infiltrato da molti globuli bianchi. Colorazione con carminio di Grenacher. Ingr. 33.

FIG. 12. *Milza neoformata ricca di tessuto connettivo* (osserv. 1a): *a*, grossi fasci di connettivo; *b*, connettivo smagliato dal sangue; *c*, grand'omento assai inspessito e infiltrato da molti globuli bianchi. Colorazione con carminio di Grenacher. Ingr. 33.

FIG. 13. *Piccola milza neoformata* (osserv. 5a): *a*, piccolo nodulo formato da molto sangue e da sottilissima trama connettiva; *b*, tessuto del grand'omento al dintorno del nodulo, assai inspessito, e infiltrato di globuli bianchi e di sangue. Colorazione con carminio di Grenacher. Ingr. 33.

Tavola II.

FIG. 14. *Alcuni particolari della fig. 12.* (osserv. 1a): *a*, sezione longitudinale di un spesso fascio di connettivo con nuclei molto allungati; *b*, sezione trasversale di questi fasci. Colorazione con carminio di Grenacher. Ingr. 340.

FIG. 15. *Alcuni particolari della fig. 11* (osserv. 1a): *a*, fitto connettivo della polpa, smagliato solo da pochi globuli rossi; *b*, grossa lacuna sanguigna; *c*, parete di un piccolo vaso sanguigno, che si perde nel connettivo che limita la lacuna sanguigna. Colorazione con carminio di Grenacher. Ingr. 340.

FIG. 16. *Piccola milza neoformata costituita solo dalla polpa* (osserv. 1a): *a*, sottile trama connettiva smagliata da molto sangue; *b*, capsula sottile; *c*, tessuto dell'epiploon con inspessimento dei fasci connettivi e con infiltrazione di sangue e di globuli bianchi. Colorazione con ematossilina. Ingr. 140.

FIG. 17. *Grossa milza neoformata* (osserv. 1a): *a*, fitto tessuto connettivo con leggiera infiltrazione sanguigna; *b*, smagliamento maggiore del connettivo per maggiore infiltrato sanguigno; *c*, accumulo di globuli bianchi; *d*, setti di tessuto connettivo molto compatto; *e*, tessuto dell'epiploon con infiltrazione di globuli rossi e di globuli bianchi. Colorazione con ematossilina. Ingr. 33.

FIG. 18. *Particolari della fig. 17* (osserv. 1a): *a*, trama connettiva fortemente smagliata dall'infiltrazione sanguigna; *b*, sangue dell'infiltrato. Colorazione con ematossilina. Ingr. 340.

FIG. 19. *Particolari della fig. 17* (osserv. 1a): *a*, trama connettiva smagliata solo da poco sangue; *b*, sangue dell'infiltrato. Colorazione con ematossilina. Ingr. 340.

FIG. 20. *Molliplicazione nucleare del connettivo della polpa neoformata* (osserv. 1a): *a*, accumulo di nuclei uniti da poco protoplasma; *b*, spessa trama connettiva della polpa neoformata. Colorazione con ematossilina. Ingr. 580.

FIG. 21. *Moltiplicazione nucleare del connettivo della polpa neoformata* (osserv. 1a): *a*, accumulo di nuclei; *b*, spessa trama connettiva della polpa con qualche globulo rosso nelle sue maglie. Colorata e disegnata oome la figura precedente.

FIG. 22. *Piccola milza neoformata* (osserv. 2a): *a*, corpuscolo di Malpighi; *b*, polpa, in alcuni punti ancora in via di sviluppo; *c*, capsula; *d*, tessuto dell'omento. Colorazione con carminio di Grenacher. Ingr. 33.

FIG. 23. *Particolari della fig. 22* (osserv. 2a): *a*, cellule embrionali della polpa disposte a guisa d'epitelio; *b*, alcune di queste cellule alveolizzate *c*, reticolo protoplasmatico. Colorazione con carminio di Grenacher. Ingr. 580.

Fig. 24. *Particolari della fig.* 22 (osserv. 2a): *a*, grossa cellula con nucleo in scissione multipla e incompleta; *b*, sottile reticolo della polpa. Colorata e disegnata come la figura precedente.

Fig. 25. *Polpa di una milza neoformata* (osserv. 2a): *a,* detrito granulare; *b*, canale con rivestimento d'epitelio cilindrico basso; *c*, reticolo della polpa assai fibroso. Colorazione con carminio di Grenacher. Ingr. 340.

Fig. 26 *Splenite indurante e rigenerazione parziale della milza* (osserv. 4a): *A*, sezione di milza corrispondente alla sua faccia destra; *a*, fitto tessuto connettivo; *b*, resti della polpa. *B*, sezione di milza corrispondente alla sua parte di mezzo; *a*, grossi setti fibrosi; *b*, resti della polpa con abbondante infiltrato sanguigno in alcune parti; *c*, resti di corpuscoli di Malpighi. *C*, sezione di milza corrispondente alla sua faccia sinistra: *a*, fitto tessuto connettivo; *b*, resti della polpa e smagliamento del tessuto connettivo per infiltrato sanguigno; *c*, capsula; *d*, grand'omento che aderisce alla milza e sul quale si vedono i numerosi noduli neoformati *e; f*, resti di tessuto adiposo del grand'omento. Colorazione con ematossilina. Ingr. 13, 5.

Fig. 27. *Inspessimento del reticolo della polpa nella splenite indurante* (osserv. 1a). Colorazione con picrocarminio di Weigert. Ingr. 340.

Fig. 28. *Particolari della fig. 9* (osserv. 3a); *a*, fitto connettivo che forma una specie di capsula alla periferia del nodulo; *b*, connettivo della parte centrale, con nuclei diretti nello stesso senso e con pochi globuli rossi nelle sue maglie. Colorazione con ematossilina. Ingr. 340.

Tutte le figure vennero disegnate con la camera lucida.

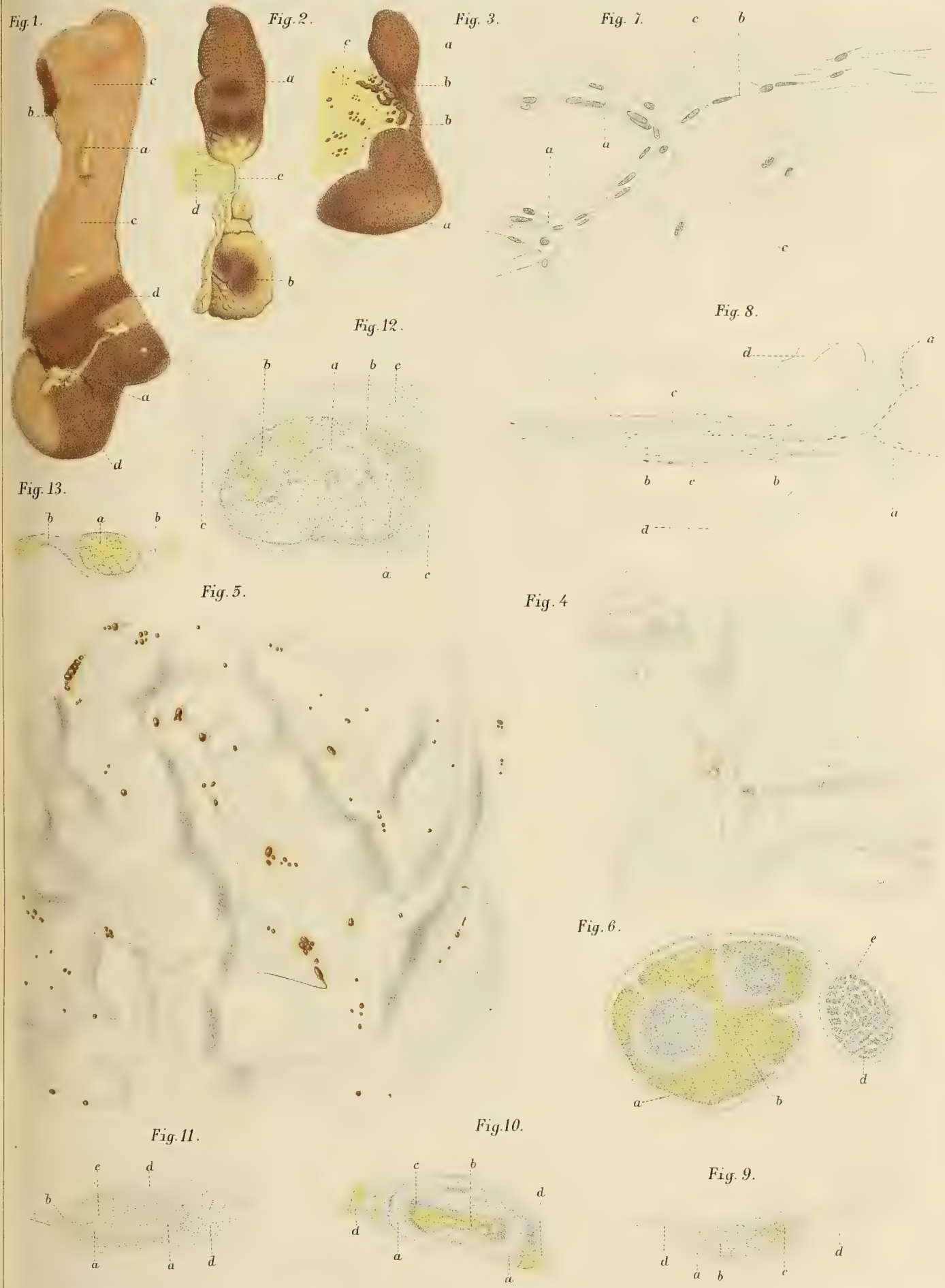
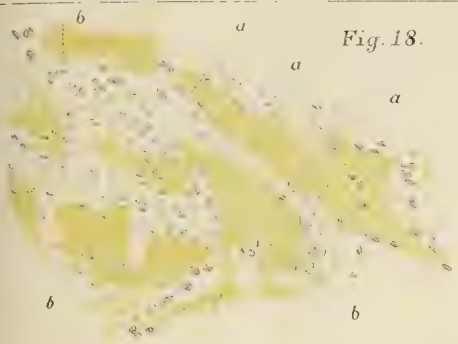
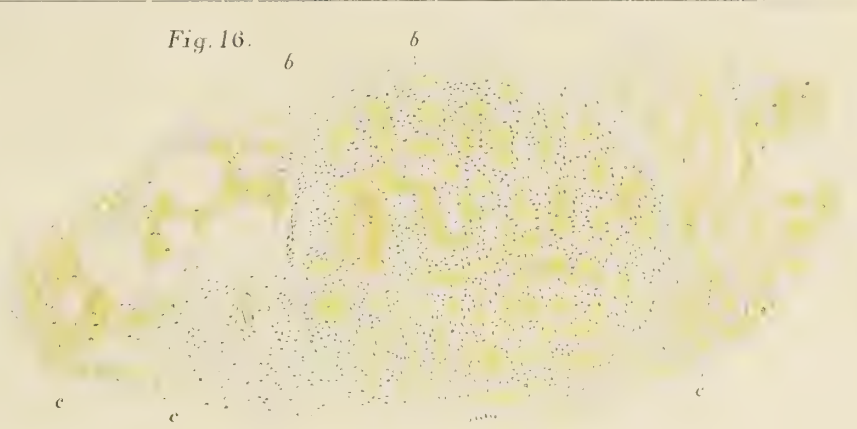
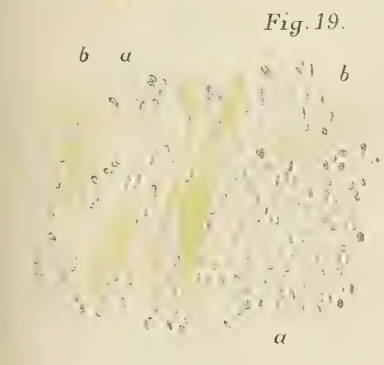
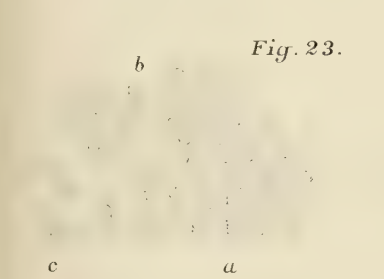
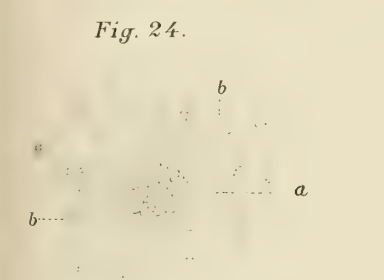
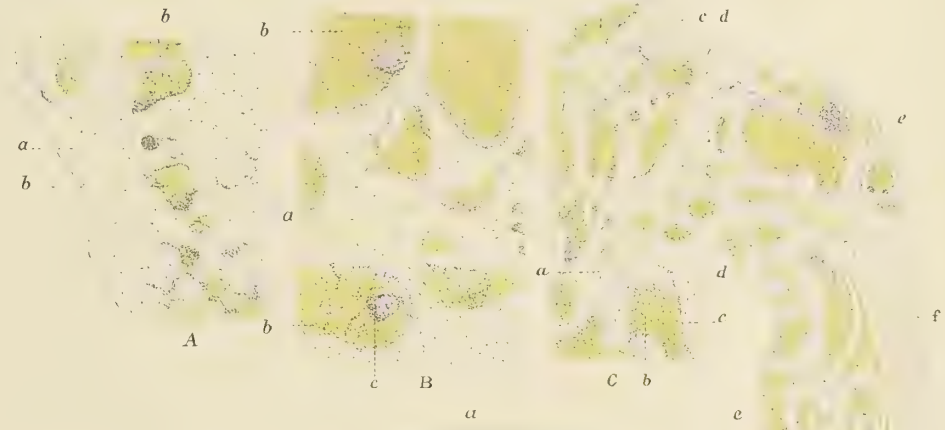
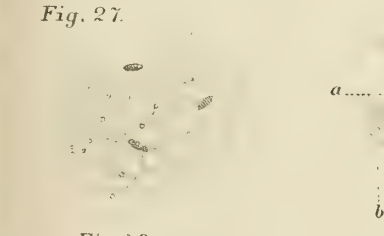
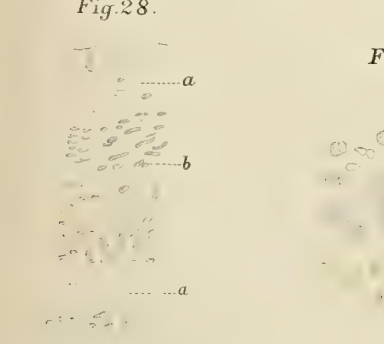
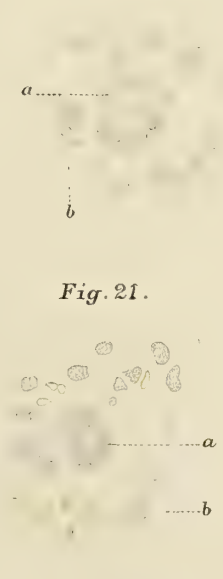
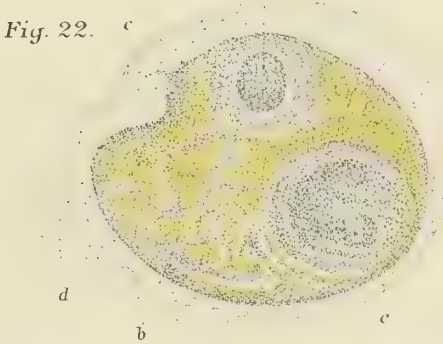
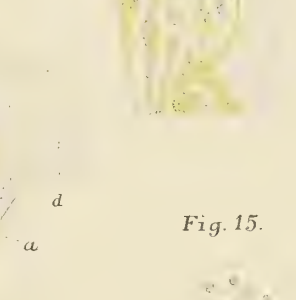
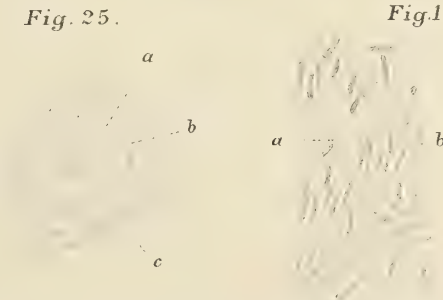



Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 5.
Fig. 4
Fig. 6.
Fig. 11.
Fig. 10.
Fig. 9.

G. Tizzoni dis. C. Bettini incise Lit. G. Wenk Bologna.

Sui volumi molecolari delle sostanze liquide.

Memoria di ROBERTO SCHIFF

approvata per la stampa negli Atti dell'Accademia
nella seduta del 25 giugno 1882.

Le numerose ricerche fatte in questi ultimi anni per scoprire le leggi che regolano la dipendenza delle proprietà fisico-chimiche dei corpi dalla loro costituzione molecolare, si sono rivolte principalmente al vasto campo delle combinazioni del carbonio. Solo lì possiamo riunire serie abbastanza numerose di osservazioni, riferentisi a sostanze contenenti gli stessi elementi, che tra loro differiscano di quantità costanti o che abbiano delle diversità di concatenazione ben note e tra loro confrontabili. Nella Chimica minerale non troviamo che relativamente pochi composti, costituiti dagli stessi elementi, i casi di isomeria sono rarissimi e spesso le proprietà dei composti inorganici mal si prestano alle investigazioni fisico-chimiche. Ben inteso ch'io faccio qui astrazione dai gaz che, come tutti sanno, hanno fornito il materiale per la creazione della teoria chinetica, la quale in oggi compendia tutte le nostre conoscenze di meccanica molecolare.

Dagli studi di Linnemann [1], Schroeder, Landolt, Schreiner, Henry ed altri molti, si è potuto rilevare una serie di leggi, o se vogliamo dire, di regolarità che mostrano come il punto di ebollizione di un liquido sia una funzione, non solamente del suo peso molecolare ma anche della concatenazione degli atomi nel corpo della molecola, A risultati simili conducono le considerazioni di A. Baeyer, Jungfleisch, ed altri sui punti di fusione delle sostanze solide.

Gli studi sulle proprietà ottiche delle sostanze organiche di Berthelot, Landolt, Gladstone e specialmente di Brühl, ci hanno fatto conoscere le strette relazioni che passano tra la concatenazione atomica di una sostanza e la sua facoltà di trasmettere la luce. Sarebbe troppo lungo se io volessi dare qui un ragguaglio, anche sommario, dei tanti lavori eseguiti in tutti i rami della disciplina fisico-chimica, mi limiterò solo nel corso di questa memoria, ad accennare quelle tra le molteplici ricerche fatte, che abbiano forniti dei risultati che stiano in qualche rapporto con quelli che sto per esporre.

Da quando H. Kopp pubblicò i suoi classici lavori sui volumi molecolari ed atomici, solo pochissimi sperimentatori si sono occupati di questo argomento. Se

(1) Tutte le note bibliografiche si troveranno riunite alla fine della Memoria.

vogliamo eccettuare le belle considerazioni fatte in proposito da Lothar Meyer, quasi nessun tentativo è stato fatto, per ottenere da questi studî risultati di pratica importanza per lo studio della concatenazione atomica che pure in oggi costituisce uno degli scopi più elevati della Chimica teorica. Secondo le ricerche di H. Kopp, gli spazi occupati da quantità proporzionali ai pesi molecolari, di sostanze organiche liquide, saranno confrontabili, allorquando questi spazi stessi saranno misurati a temperature alle quali le tensioni di vapore di tutti questi liquidi, saranno uguali. Fino ad ora si è sempre prescelta quella temperatura alla quale la tensione fa equilibrio alla pressione atmosferica, ossia si sono confrontati gli spazi occupati dai pesi molecolari dei liquidi al loro punto di ebollizione. Per fare questo bastava determinare il peso specifico di un dato liquido al suo punto di ebollizione relativamente all'acqua a 4 gradi, e dividere il suo peso molecolare per la densità trovata: il quoziente esprimerà il volume molecolare cercato.

$$\frac{\text{Peso molecolare}}{\text{Peso specifico}} = \text{Volume molecolare.}$$

È ben naturale che i valori così ottenuti non saranno una misura assoluta del volume reale della molecola allo stato liquido. Essi non sono che valori relativi o proporzionali, dei quali per ora non sappiamo neppure se si riferiscano alle vere dimensioni delle molecole e dei loro componenti, oppure, come appare assai più probabile, al più piccolo spazio richiesto da questi corpuscoli nelle condizioni date.

Ma ciò non ostante essi meritano tutta la nostra attenzione, specialmente dacchè Loschmidt, L. Meyer e Oscar Emil Meyer hanno fatto vedere l'intimo rapporto che esiste tra i valori così ottenuti e le deduzioni dalla teoria chinetica e specialmente dallo studio dell'attrito interno dei gaz.

Mediante il metodo accennato H. Kopp ha determinato i volumi molecolari di un grande numero di liquidi organici e confrontando tra loro i risultati ottenuti, ha creduto di potere dedurre i volumi atomici dei singoli elementi. Egli calcolò così;

$$C = 11 \qquad Cl = 22{,}8 \qquad O = 7{,}8 \;\text{ oppure }\; 12{,}2$$
$$H = 5{,}5 \qquad Br = 27{,}8 \qquad S = 23. \;\text{ oppure }\; 28{,}6.$$

Mentre ammette variabile il volume atomico dell'ossigeno e dello zolfo secondo la posizione di questi atomi nelle molecole, crede invece che il Carbonio, l'Idrogeno, il Bromo ed il Cloro siano di volume invariabile.

Partendo dal concetto che il volume molecolare non sia altro che la somma dei volumi atomici dei componenti, egli determina a priori il volume molecolare delle sostanze per semplice addizione dei singoli volumi atomici. In alcuni casi, i volumi così calcolati coincidono abbastanza bene coi valori trovati sperimentalmente, ma il più delle volte la differenza tra il volume trovato e quello calcolato mediante la regola di Kopp, è assai grande ed il distacco oltrepassa di molto i limiti di errori assegnabili ai diversi sperimentatori.

Condotto da queste considerazioni più volte si è tentato di indagare se realmente questo rapporto tra la composizione di una sostanza ed il suo volume, sia tanto semplice quanto lo farebbe parere la regola di Kopp. Finora però sono stati infruttuosi i tentativi fatti in questo senso.

Riferisco in poche parole le conclusioni dedotte da Kopp dalle sue ricerche:

1. I volumi molecolari delle sostanze omologhe, per ogni aumento di CH_2 aumentano in media di 22 unità.

2. La sostituzione di H_2 a C in una combinazione non ne altera il volume molecolare.

3. I volumi molecolari di isomeri (appartenti ad uno stesso tipo) sono identici.

4. La sostituzione di H_2 a O non pare che alteri molto il volume molecolare.

Gli sperimentatori che oltre a Kopp, principalmente si sono occupati della determinazione di volumi molecolari furono Pierre, Buff e Thorpe i quali tutti adoperarono il metodo cosidetto dilatometrico e i risultati dei quali combinano generalmente assai bene. Buff fu il primo ad attaccare il concetto dell'invariabilità del volume atomico e specialmente concentrava la sua attenzione sui cosidetti legami doppi tra carbonio e carbonio, dei quali egli era persuaso che dovessero aumentare il volume molecolare. Ma il suo materiale sperimentale era insufficiente ed il metodo d'investigazione seguìto, disadatto per potere riuscire nel suo intento. Il suo modo di vedere era del resto confortato dal fatto che Kopp aveva trovato per un atomo d'ossigeno legato colle sue due valenze a due altri atomi, un valore medio assai minore (7,8) che non per uno che avesse legate le sue due valenze ad uno stesso atomo p. es. di Carbonio ($C = O$). Il suo volume medio diventava così 12,2. E qui forse l'esistenza di questo doppio legame che accresce il volume atomico? Del resto sarebbe forse più esatto di esprimere questo fatto dicendo che per esempio il gruppo $C - O -$ ha il volume $18,8 = 11 + 7,8$ ed il gruppo $C = O$ il valore $23,2 = 11 + 12,2$. Lo stesso si potrebbe dire per le due forme di combinazione dello zolfo e per l'azoto che, stando ad alcune determinazioni di Ramsay, può, secondo la natura del gruppo che lo contiene, portare contributi variabili al volume intero molecolare. Jungfleisch, studiando i prodotti di sostituzione clorurata nella benzina fece vedere che il primo terzo e quinto atomo di cloro, producono un aumento maggiore che non il secondo, quarto e sesto. Anche Vollmar per i prodotti di clorosostituzione dell'etane fece osservazioni simili. Thorpe nei suoi bellissimi lavori sui coefficienti di dilatazione dei liquidi, fece osservare delle variazioni nei volumi molecolari di idrocarburi isomeri, venendo così ad infirmare una delle conclusioni di H. Kopp. Anche F. D. Brown e Schroeder pubblicarono delle considerazioni ed esperimenti analoghi.

Era questo all'incirca lo stato di sviluppo delle nostre conoscenze sui rapporti tra i volumi molecolari e la costituzione delle sostanze da un lato, ed il possibile variare dei volumi atomici dall'altro, quando I. W. Brühl, pubblicò le sue importanti ricerche sulla relazione che passa tra la costituzione delle sostanze organiche ed il loro potere di trasmettere la luce.

Si può riassumere sommariamente i risultati di queste ricerche nelle proposizioni seguenti:

1. In sostanze isomere il punto di ebollizione, la densità e l'indice di rifrazione hanno un andamento analogo. Queste costanti diventano tanto più piccole, quanto più l'architettura della molecola devia dalla direzione normale e si ramifica, ed acquistano il valore maggiore in quell'isomero che è formato da una catena normale, ininterrotta di atomi di carbonio.

2. Tutte le costanti ottiche dei composti organici, (rifrazione atomica del carbonio, rifrazione molecolare ecc.) sono aumentate di un valore costante per ogni cosidetto legame doppio che si trovi nella molecola.

3. Le proprietà ottiche delle sostanze trovano un riscontro esatto nelle proprietà termiche delle sostanze stesse. I valori esprimenti i calorici di combustione variano sempre paralellamente, e nello stesso senso, col variare delle costanti ottiche. E sia notato che ciò avviene principalmente anche per le sostanze contenenti dei legami doppi, le quali mostrano degli incrementi nelle costanti ottiche come anche nei calorici di combustione.

Vedendo questo intimo legame che esiste fra tutte le manifestazioni delle proprietà fisiche finora studiate, era ben naturale il pensiero che questo parallellismo non potesse fermarsi lì, ma che con ulteriori studi si avrebbe potuto costatare nuovi nessi tra le costanti fisiche di sostanze analoghe.

I capitoli che, tra gli altri, reclamavano l'operosità degli studiosi erano i volumi molecolari e la tenacità dei liquidi, misurabile dal tempo che mettono dati pesi di essi a percorrere un tubo capillare in date condizioni costanti. Queste ultime ricerche sono state intraprese dai Signori Pribram e Handl, i quali ne ottennero già dei risultati degni di grande interesse.

Nell'altro campo di studio, quello cioè dei volumi molecolari, vi erano già alcuni indizi molto vaghi sul rapporto tra la costituzione ed il volume, giacchè, come sopra dissi, Buff aveva emesso l'opinione che le sostanze non sature dovessero mostrare un incremento nel loro volume, ma non gli fu possibile di dare veruna prova concludente della sua asserzione. Più tardi Thorpe, basandosi sopra i suoi esattissimi ma non abbastanza numerosi studi, fece vedere che tra gl'idrocarburi isomeri e saturi della serie grassa, quello normale possedeva probabilmente un volume molecolare maggiore, di quello a catena ramificata. Anche H. Schroeder fece delle osservazioni in questo senso, senza però poterle appoggiare mediante un materiale sperimentale.

Spinto da queste considerazioni, mi proposi di radunare quante osservazioni mi sarebbe stato possibile, nella speranza di potere collo studio di queste, portare un piccolo contributo al compimento della vasta opera intrapresa dai Chimici e che promette di dare alla scienza un metodo di investigazione fisica, non inferiore a quello chimico per riconoscere ciò che chiamiamo la costituzione dei corpi.

Il metodo fin qui seguito per la determinazione del peso specifico dei liquidi al loro punto di ebollizione riferito all'acqua a zero o a 4 gradi, è stato quello dilatometrico. Esso consiste nel determinare l'aumento che subisce un dato volume di liquido a zero, preso per unità, riscaldandosi da zero fino al punto di ebollizione. Si studiava questo accrescimento per un certo numero di temperature comprese tra zero ed il punto di ebollizione e partendo da questi dati, si calcolava il volume alla temperatura estrema voluta. Questo metodo è esattissimo alla condizione che le osservazioni siano fatte a un numero sufficiente di temperature diverse e che siano spinte possibilmente fino a poca distanza dai punti di ebollizione. Senza questa avvertenza il risultato potrebbe riescire erroneo, giacchè i coefficienti di dilatazione dei corpi, spesso subiscono una notevole alterazione in prossimità delle temperature alle quali avviene un cambiamento di stato di aggregazione.

Questo metodo dilatometrico richiede degli apparecchi speciali assai costosi e oltre ai lunghissimi calcoli necessari per ogni sperimento, il tempo che consuma è tale, che molti giorni bastano appena per lo studio esatto di una sola sostanza. Se dunque si avesse voluto radunare un grande materiale sperimentale, seguendo la strada indicata, sarebbe certo trascorso qualche anno, prima che il numero dei risultati raccolti fosse stato tale, da permettere di tirarne qualche conclusione di generale importanza.

Per queste ragioni io mi adoperai a cercare un metodo per la determinazione diretta dei pesi specifici dei liquidi al loro punto di ebollizione, che pure essendo di facile e brevissima esecuzione, non fosse però per nulla meno esatto del metodo antico. L'apparecchio immaginato per questo scopo ha la forma di un piccolo dilatometro.

Fig. 1.

La figura n.° 1 lo mostra in grandezza naturale. La graduazione fu fatta come segue:

Pesata la boccetta vuota, s'immerge nella neve e si riempie di mercurio purissimo fino al principio del collo dove è segnato il numero 0°. Quando tutto ha preso la temperatura 0° e che il menisco è tagliato esattamente dalla linea 0° si prende fuori, si asciuga e si pesa. Da alcune determinazioni che tra loro differivano appena di qualche unità della quarta decimale e dopo fatta la correzione per il peso dell'aria, che era di gr. 0,0091 trovai, dividendo il peso trovato per il peso specifico del mercurio a 0°, che la capacità del bulbo è di 7,6263 cm. a 0°.

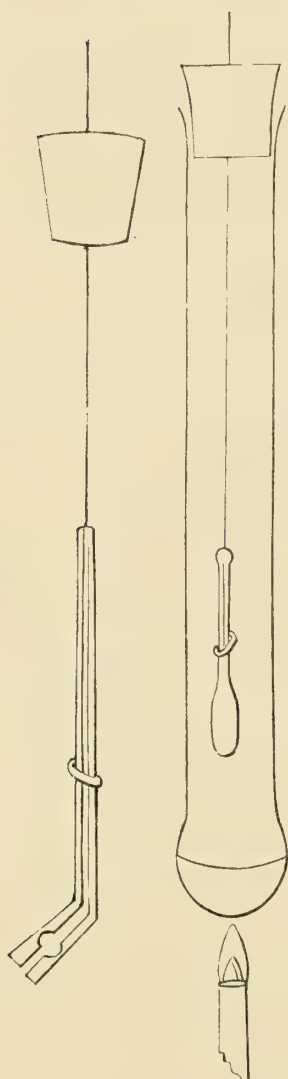
Rimessa la boccetta piena di mercurio fino al punto 0° nella neve, s'introduce nel collo gr. 1,359 di mercurio che, essendo 13,59 il peso specifico del metallo, occuperanno lo spazio di un decimo di centimetro cubico. Indi s'immerge tutto il collo nella neve e dopo qualche tempo s'indica il limite superiore del filo metallico col numero 10.

Lo spazio intermedio fra lo zero ed il dieci è diviso in 10 parti uguali, segnate coi numeri progressivi 0, 1, 2, 3 .... 10, ognuna delle quali corrisponderà ad un centesimo di centimetrocubico. Ognuno di questi intervalli è diviso in 5 parti uguali, corrispondenti ad $\frac{1}{500}$ di cm., ma esse sono abbastanza larghe da potere con grande facilità e precisione leggere il millesimo di centimetrocubico senza fare uso di lente. Se dunque un liquido nella boccetta arriva col suo menisco ad un punto qualunque della capillare, si vede a colpo d'occhio quanti centesimi e quanti millesimi di centimetrocubico vi si trovano sopra il punto 0°. Di più si conosce esattamente la capacità del vaso fino al punto 0° e così colla semplice addizione si può leggere il volume di un liquido con la precisione del millesimo di centimetrocubico.

Questo piccolo apparecchio mi venne egregiamente eseguito dal Signor D.r Geissler di Bonn, ma come è ben naturale, non è possibile che la graduazione riescisse scrupolosamente esatta ed era perciò necessario di determinare l'errore e di stabilire una piccola tavola di correzione.

Quest' ultima, per il mio istrumento, risultò come segue:

	I.	II.	
Peso corretto del mercurio fino al punto zero della scala $t = 0^0$	103,6863	103,6879	gr.
Capacità del bulbo fino al punto zero della scala $t = 0^0$	7,6262	7,6264	cm.
Capacità media del bulbo $t = 0$	7,6263 cm.		
Peso del mercurio dal punto 0° al punto 10° della scala $t = 0^0$	1,4460	1,4440	gr.
Capacità di tutta la scala capillare da 0 — 10°, $t = 0^0$	0,1063 cm.		
Ognuna delle 10 divisioni = ...	0,01063 »		
Ogni millesimo della scala diventa così	0,00106 »		

Fig. 2.

Per eseguire la determinazione del peso specifico di un liquido al suo punto di ebollizione, si riempie la boccetta del liquido a studiare e attaccandola alla pinzetta fig. 2, la si sospende entro un manicotto di vetro sul fondo del quale si fa bollire una piccola quantità dello stesso liquido. I vapori involgono la boccetta e si condensano sulle pareti del mantello, assai al di sopra di questa. Col riscaldamento il liquido nel bulbo si dilata, riempie la capillare e sgorga dalla boccetta. Quando si crede (dopo alcuni minuti) che il liquido abbia raggiunta la temperatura dei vapori che lo involgono, mediante il tappo al quale è attaccata la pinza, si alza la boccetta fino all' orlo superiore del manicotto, si immerge una pipetta capillare nel collo e se ne estrae tanto liquido, che il menisco rimanga in un punto qualunque della capillare graduata. Indi si riabbassa subito la pinza, immergendo nuovamente il piccolo istrumento nei vapori della sostanza che bolle sul fondo del manicotto. Dopo pochi istanti si vede che il menisco nella capillare prende una posizione fissa, immobile; prova che il liquido nella boccetta ha preso esattamente la temperatura dei vapori che lo involgono. Dopo essersi bene assicurati della stabilità del menisco, si nota la sua posizione sulla scala della capillare, dalla quale mediante la piccola tavola di correzione menzionata, si deduce subito il volume occupato dal liquido al suo punto di ebollizione. Indi si estrae la boccetta dal manicotto, vi si mette il tappo e dopo asciugata e raffreddata, si pesa. Essendo conosciuto il peso della boccetta vuota, così trovo per differenza il peso del liquido che alla temperatura t^0 occupava il volume V_t, il quale peso dovrà correggersi per il peso dell' aria spostata dal liquido che si trova nella boccetta. Questa correzione, per le temperature ambienti e per le pressioni alle quali ho lavorato, porta un aumento di 0,0082 — 0,0075 gr.

Si hanno così tutti i dati per calcolare il peso specifico al punto di ebollizione, riferito all'acqua a 0° o a 4 gradi. Ho preferito di prendere come termine di confronto l'acqua a 4°.

Il volume del liquido a t^0 è stato misurato sopra un vaso graduato a zero, per conoscere dunque il peso di un uguale volume d'acqua a 4° gradi, basta che corregga questo valore per la dilatazione del vetro (K), ossia che moltiplichi per l'espressione $\left(1 + K\ (t - 4)\right)$ e la cifra che esprime il volume ridotto a 4°, esprimerà nello stesso tempo il peso in grammi dello stesso volume di acqua a 4 gradi. Dimodochè si calcolerà il peso specifico del liquido al proprio punto di ebollizione, riferito all'acqua a 4°, mediante la semplice formola:

$$D_4^t = \frac{P}{V_t\left(1 + K\ (t - 4)\right)}$$

nella quale significa:

P = Peso corretto del liquido nella boccetta.

V_t = Volume apparente che occupava questo liquido alla temperatura t^0.

Rimane a determinare il coefficiente di dilatazione del vetro che costituisce la mia boccetta. Fu eseguita questa determinazione pesando il mercurio che riempiva la boccetta fino ad un dato punto, prima a zero e poi al punto di ebollizione dell'acqua. In quest'ultimo caso si impiega un apparecchio riscaldatore simile a quello di Regnault per determinare il punto 100° dei termometri.

Capacità	a 0° (c)	= cm.	7,7292
»	» 100,4° (C) =	»	7,7457

$$K = \frac{C - c}{ct} = 0{,}000021.$$

Dopo avere eseguito con questo metodo assai più di 200 determinazioni, posso assicurare che la precisione della quale si è mostrato suscettibile, ha oltrepassato tutte le mie aspettazioni. Ho determinato il volume molecolare di moltissime sostanze che erano già state studiate da Kopp o da Pierre o da Thorpe e sempre i miei risultati combinano esattamente con quelli di quei scienziati. Accanto ai miei risultati porrò sempre come termine di confronto, i risultati ottenuti da questi o da altri sperimentatori; dimostrando così che, essendo confrontabili i loro ed i miei numeri, potrò, con piena sicurezza, fare uso anche delle determinazioni loro, portando sopra sostanze da me non studiate, quando, in ultimo, per la via dei confronti, cercherò di rinvenire le relazioni che passano tra i volumi specifici e la costituzione molecolare.

Per ottenere dei risultati esatti, era naturalmente di prima importanza di possedere tutte le sostanze in istato di perfetta purezza. Ho dunque adoperato la massima cura nella loro purificazione, e nella grande maggioranza dei casi, credo di essere riescito ad avere degli esemplari inappuntabili. Siccome è a così dire impossibile di conseguire una separazione netta di due o più sostanze liquide mediante la distillazione frazionata, ho evitato assolutamente di servirmene e lavorando per sintesi ho cercato di mettermi sempre in condizioni tali, che oltre alla sostanza desiderata non se ne potesse formare nessun'altra, che si fosse dovuta eliminare per distillazione.

Ho fatto però un eccezione per l'etere il quale spesso fu adoperato come solvente per liquidi, purchè questi non bollissero a una temperatura inferiore a 150-160 gradi, dimodochè risultava facile una completa separazione.

Quel che ho detto si riferisce specialmente agli idrocarburi i quali tutti, salvo due o tre eccezioni, mi sono preparato da me. Non pochi prodotti mi furono spediti in istato di assoluta purezza dalla rinomata fabbrica Kahlbaum di Berlino. Il Direttore di questa ebbe la grande cortesia di fare ridistillare per me tutti i prodotti desiderati e di non mandarmi che campioni di un punto di ebollizione assai costante. Molte sostanze purissime mi furono inviate dal Signor I. W. Brühl, professore a Lemberg, il quale con squisita gentilezza, mise a mia disposizione il grande materiale, raccolto per i suoi studi sulle proprietà ottiche delle combinazioni del carbonio. A questi dunque come anche al signor O. Jacobsen, professore a Rostock, che gentilmente volle favorirmi alcuni campioni di xileni, io esprimo la mia viva riconoscenza.

Per assicurarmi della purezza delle mie sostanze ho creduto di dovermi attenere al metodo seguito dal Thorpe, il quale preferisce di determinare la densità del vapore dei suoi composti, piuttosto che sottoporli alla analisi organica. Se questo procedere era indicato per Thorpe, lo era certamente molto di più ancora per me, giacchè lavorando io molto con idrocarburi, una combustione non mi avrebbe fornito nessun criterio della purezza delle mie sostanze. Infatti un dato idrocarburo potrebbe essere mescolato con più del 20 o del 30 per cento di un suo omologo inferiore o superiore senza che questo influisse sensibilmente sui risultati dell'analisi.

La densità del vapore invece è un criterio finissimo per scoprire anche quantità relativamente piccole di prodotti estranei misti a quello principale.

Il metodo usato per queste determinazioni è stato quello comodissimo di V. Meyer, per spostamento di aria. I liquidi usati per il riscaldamento dell'apparecchio erano, secondo i casi, acqua, xilene, cumol grezzo bollente tra 160-166 e benzoato d'etile.

I punti di ebollizione indicati in questa memoria sono tutti, senza eccezione, determinati immergendo tutta la colonna del mercurio nei vapori delle sostanze. A questo scopo mi sono servito di una serie di 4 termometri esattissimi calibrati, tre dei quali sono divisi in quinti di grado ogni quinto lungo 2 millimetri, dimodochè era facile apprezzare il decimo e anche il ventesimo di grado. I 4 termometri erano frazionati come segue:

1) $0^\circ - 50^\circ$ 2) $50^\circ - 100^\circ$ 3) $100^\circ - 150^\circ$ 4) $100^\circ - 250^\circ$ diviso in $\frac{1}{2}$ gradi.

Ripetutamente furono verificati i punti fissi di questi istrumenti e sempre trovati sufficientemente esatti, almeno non si osservarono variazioni che potessero essere superiori a un quarantesimo o tuttalpiù un trentesimo di grado. Le indicazioni barometriche s'intendono tutte ridotte a zero. Non ho corretti i punti di ebollizione per la differenza tra l'altezza barometrica osservata e quella normale, essendo assai piccola l'influenza di queste variazioni sul risultato finale. Si vedrà che in generale i miei punti di ebollizione coincidono assai bene con quelli osservati da Kopp, Regnault, Thorpe ed altri. Non così con quelli di Pierre, il quale in moltissimi casi trova dei punti di ebollizione troppo elevati di parecchi gradi e conseguentemente dalle

sue osservazioni risulta un volume molecolare un poco troppo grande. La causa di questo fatto, già osservato da Thorpe, è che Pierre determinava i suoi punti di ebollizione, immergendo il bulbo del termometro nel liquido bollente stesso e non nei vapori di questo. Circostanza che, anche secondo la natura del recipiente, può alterare assai l'indicazione termometrica.

In questi casi di divergenza di punti di ebollizione e di volumi molecolari, basta spesso di calcolare colla formola dei volumi data da Pierre, quale sarebbe la densità del liquido al punto di ebollizione corretto, per trovare dei risultati concordanti con quelli degli altri sperimentatori.

Per gli idrocarburi ho aggiunto alle altre indicazioni quella del coefficiente medio di dilatazione cubica per ogni grado, tra la temperatura dell'ambiente (temperatura dell'acqua nel condotto del laboratorio), ed il punto di ebollizione. La formola adoperata per il calcolo è la seguente:

$$\Delta^{t}_{t'} = \frac{d - d'}{d'\,(t' - t)}$$

d = peso specifico alla temperatura dell'ambiente.
d' = » » al punto d'ebollizione.
t = temperatura dell'ambiente.
t' = » dell'ebollizione.

Nel riferire le singole determinazioni darò i valori intermedî più importanti del calcolo che possono servire a ricalcolare il risultato finale. A questi valori assegnerò i simboli seguenti.

V_4 = Volume reale (ridotto a 4 gradi) occupato dal peso P di liquido alla temperatura di ebollizione t^0. Lo stesso simbolo indica pure il peso in grammi di un egual volume d'acqua a 4 gradi.

P = Peso del liquido nella boccetta, corretto per il peso dell'aria spostata.

D^{t}_{4} = Peso specifico del liquido al suo punto di ebollizione t^0 riferito all'acqua a 4 gradi.

$\frac{M}{D}$ = Volume molecolare ossia il peso molecolare del liquido, diviso per il suo peso specifico al proprio punto di ebollizione.

È indispensabile di impiegare i pesi atomici esatti di Stass

$$C = 11{,}97 \quad Cl = 35{,}37 \quad N = 14{,}01$$
$$O = 15.96 \quad S = 31.98$$

per computare i pesi molecolari delle sostanze, giacchè nel maggior numero dei casi le differenze portate dall'uso dei pesi atomici ordinari salgono a più di 2 unità della prima decimale del volume molecolare. I risultati quì citati di altri sperimentatori che impiegavano altri pesi atomici sono corretti e ridotti ai pesi atomici di Stass.

Materiale sperimentale.

1) Acqua. p. eboll. 100,3° $B_0 = 768.1$ mm.

		I.	II.
V_4	=	7,6936 cm.	7,6306 cm.
P	=	7.3714 gr.	7,6460 gr.
$D_4^{100,3}$	=	0,9587	0,9588
$\frac{M}{D}$	=	18.73	18.73

Dalle tavole di Rossetti si rileva:

$$D_4^{100} = 0,95865$$

2) Pentane secondario. C_5H_{12}

Estratto dall' Amilene del commercio, polimerizzando tutto l'Amilene prima con acido solforico a metà acqua, indi trattando il residuo più volte coll' acido concentrato, finchè questo non si colorava più. Il residuo lavato bollente tra 30-32 gradi fu riscaldato in un tubo chiuso a 130 circa con un grande eccesso di sodio metallico. Punto d' ebollizione 30,5°-31,5°. $B_0 = 760.8$

		I.	II.
V_4	=	7.6455	7,6476
P	=	4.6885	4.6900
$D_4^{30,5}$	=	0.6132	0,6132
$\frac{M}{D}$	=	117.17	117.17.

Densità di vapore: $S = 0,0653$ $V = 21,5$ cm. $t = 13,3$ B_0 757.7 .

	trovato	calcolato
$d =$	2.50	2.48

Peso specifico a 13,7° gradi: $D_4^{13.7} = 0,6282$

$$\Delta_{30,5}^{13,7} = 0,001414.$$

3) Esane normale. C_6H_{14}.

Ottenuto per l' azione del sodio metallico sul bromuro propilico normale purissimo. 500 grammi ne diedero 110 gr. bollenti tra 68-68,8. Inchiusi in tubi con sodio metallico e riscaldati a 150 circa per più ore, si trova

punto d' ebollizione 68,6-68,7° $B_0 = 757,16$.

		I.	II.
V_4	=	7.6632	7.6441
P	=	4.7065	4.6959
$D_4^{68,6}$	=	0,6142	0,6143
$\frac{M}{D}$	=	139,72	139.70

Densità di vapore: $S = 0,0314$, $V = 8,4$ cm., $t = 11,3°$ $B_0 = 755,3$

	trovato	calcolato
$d =$	3,06	2,99

Peso specifico a 10,8° gradi: $D_4^{10.8} = 0,6681$.

$\Delta_{68.6}^{10.8°} = 0,001520$.

4) Octane secondario, Diisobutile C_8H_{18}.

Da 400 gr. di bromuro isobutilico purissimo col sodio metallico si ottennero 75 gr. di prodotto bollente tra meno di 3 gradi. Riscaldati come sopra in tubi chiusi con sodio se ne ottenne 60 grammi bollenti 107,8-107,9° $B_0 = 751.4$.

	I.	II.
$V_4 =$	7,6779	7,6779
$P =$	4,7343	4.7353
$D_4^{107.8} =$	0,6166	0,6167
$\frac{M}{D} =$	184.49	184,46

Kopp trova 184,50. Thorpe: 184.83.

Densità di vapore: $S = 0,0358$ $V = 7,5$ cm. $t = 12$ $B_0 = 753,9$

	trovato	calcolato
$d =$	3.94	3.94.

Peso specifico a 12,1 gradi: $D_4^{12.1} = 0,7001$

$\Delta_{107.8}^{121} = 0,001415$.

5) Decane secondario. Diisoamile $C_{10}H_{22}$.

Dall'alcool amilico bollente 128-130° puro si preparò il bromuro d'amile e da questo col sodio l'idrocarburo. Purificato come sopra, bolle tra 159,4-159,6° $B_0 = 751,9$. Rendita quasi teorica.

	I.	II.
$V_4 =$	7,6844	7,6791
$P =$	4,7079	4.7040
$D_4^{159.4} =$	0,6126	0.6126
$\frac{M}{D} =$	231.31	231.31.

Densità di vapore: $S = 0,0336$ $V = 5,6$ cm. $t = 12.0$ $B_0 = 755.9$

	trovato	calcolato
$d =$	4.93	4.908

Peso specifico a 9,8° gradi: $D_4^{9.8} = 0,7358$

$\Delta_{159.4}^{9.8} = 0,001344$.

6) Amilene. C_5H_{10}.

Questo prodotto contiene sempre del Pentane secondario in piccola quantità. Ho fatto il possibile per liberarlo quanto ho potuto da questa mescolanza, operando sopra 1 Kilo di prodotto purissimo di Kahlbaum alla volta, ed impiegando dei deflemmatori di circa mezzo metro di altezza. Credo di essere riuscito a ottenere un prodotto unico ma non potrei asserirlo con perfetta sicurezza.

Circa 600 gr. bollivano tra 35,2-36,6 $B_0 = 749.0$

Prima porzione: circa 400 gr. 36°-36,6°.

	I.	II.
V_4 =	7.6774	7,6685
P =	4.8738	4.8750
$D_4^{36.3}$ =	0,6356	0,6357
$\frac{M}{D}$ =	109.89	109,88.

Seconda porzione circa 200 gr. 35,2-36°.

	III.
V_4 =	7.6493
P =	4.8570
$D_4^{35.6}$ =	0.6349
$\frac{M}{D}$ =	110.01.

Essendo piccole le differenze credo di potere prendere come valore definitivo, la media dei due trovati

$$\frac{M}{D} = 109.95.$$

Densità di vapore: $S = 0{,}0594$. $V = 19{,}8$ $t = 13.4$ $B_0 = 757{,}8$

	trovato	calcolato
d =	2,47	2,42.

Peso specifico a 9,9 gradi: $D_4^{9.9} = 0.6617$

$$\Delta_{36,4}^{9.9} = 0{,}001549.$$

7) Caprilene. C_8H_{16}.

Avuto da Kahlbaum. Bolliva costante tra 122,5-123,9°, dopo trattato con calce viva arroventata di fresco e con sodio bolle costante tra 123,3-123,5° $B_0 = 749.8$

	I.	II.
V_4 =	7.6471	7,6493
P =	4.8227	4.8237
$D_2^{123.4}$ =	0,6306	0.6306
$\frac{M}{D}$ =	177,22	177.22.

Densità di vapore: $S = 0.0415$ $V = 9{,}1$ $t = 18{,}2$ $B_0 = 753{,}2$

	trovato	calcolato
d =	3.87	3.87.

Peso specifico a 9,9 gradi: $D_4^{9.9} = 0.7294$

$$\Delta_{123.4}^{9.9} = 0{,}001380.$$

8) Diamilene. $C_{10}H_{20}$.

Dall'amilene puro trattandolo a freddo con acido solforico a metà acqua. Lavato, seccato e trattato con sodio in tubi chiusi bolle tutto tra 156-156,3 $B_0 = 757.4$

		I.	II.
V_4	=	7.6988	7.6998
P	=	5,0900	5,0910
D_4^{156}	=	0,6611	0,6611
$\frac{M}{D}$	=	211.31	211.31.

Un altra preparazione diede un prodotto bollente tra 155,5-155,7 $B_0 = 753.6$

		III.
V_4	=	7.7170
P	=	5.1050
$D_4^{155.6}$	=	0.6615
$\frac{M}{D}$	=	211.18

credo più puro il primo che aveva anche in quantità molto maggiore.

Densità di vapore del primo: $S = 0,0383$ $V = 6,5$ cm. $t = 13.4$ $B_0 = 757.8$

	trovato	calcolato
d =	4.86	4.84.

Peso specifico a 10° gradi: $D_4^{10} = 0,7789$

$\Delta_{156}^{10} = 0,00121.$

9) Diallile C_6H_{10}.

Dall'ioduro di allile, (esente di ioduro di isopropile) con sodio metallico. Rendita a così dire teorica. Riscaldato per una notte a 150° con eccesso di sodio in tubi chiusi, bolle costantemente a 59,3° $B_0 = 769,3$

		I.	II.
V_4	=	7.6446	7.6393
P	=	4,9715	4,9685
$D_4^{59.3}$	=	0.6503	0.6503
$\frac{M}{D}$	=	125,82	125.82.

Densità di vapore: $S = 0,0355$ $V = 10,3$ cm. $t = 11,8$ $B_0 = 753.9.$

	trovato	calcolato
d =	2.84	2.84.

Peso specifico a 11,9 gradi: $D_4^{11.9} = 0,6983$

$\Delta_4^{11.9} = 0.001557.$

10) Benzina C_6H_6.

Benzina cristallizzabile venne ripurificata per 2 cristallizzazioni successive e bollita a lungo sul sodio metallico. Punto di eboll. 80,1° $B_0 = 763.5$.

		I.	II.
V_4	=	7,6405	7,6608
P	=	6.1978	6.2140
$D_4^{80.1}$	=	0,8111	0,8111
$\frac{M}{D}$	=	95,94	95.94

Kopp . . . trova 95,94 Pisati e Paternò trovano 95,94
Longuiuine » 95,98 Adrieenz . . . . » 95.90.

Densità di vapore: S = 0,0433 V = 13,1 cm. t = 13.0 B_0 = 752.9

	trovato	calcolato
d =	2.74	2.70.

Peso specifico a 14,2 gradi $D_4^{14.2} = 0,8839$

$\Delta_{80.1}^{14.2} = 0,00136.$

11) Toluene C_7H_8.

Toluol purissimo di Kahlbaum fu bollito a lungo sul sodio. Quasi tutta la massa passò a 109,2° B_0 = 763.1.

	I.	II.	III.
V_4 =	7.6874	7,6675	7,6736
P =	5,9818	5.9659	5,9703
$D_4^{109.2}$ =	0.7781	0.77807	0.7780
$\frac{M}{D}$ =	117.96	117.97	117,98.

Densità di vapore: S = 0,0424 V = 11,0 cm. t = 13,2 B_0 = 753,2

	trovato	calcolato
d =	3,20	3.19.

Peso specifico a 13,1 gradi: $D_4^{13.1} = 0,8708$

$\Delta_{109.2}^{13.1} = 0.001242.$

12) Xileni C_8H_{10}.

a) Metaxilene 1.3. purissimo preparato ed analizzato dal Professore Jacobsen di Rostock, trattato con sodio bolle costante a 139,2 B_0 = 759.2

	I.	II.	III.
V_4 =	7.7057	7,6822	7,6534
P =	5.8355	5,8171	5,7945
$D_4^{139.2}$ =	0.7572	0,7572	0,7571
$\frac{M}{D}$ =	139.67	139,67	139,69.

Densità di vapore: S = 0,0449 V = 10,1 cm. t = 12,6 B_0 753,2

	trovato	calcolato
d =	3,68	3,67.

Peso specifico a 12,3° gradi: $D_4^{12.3} = 0.8715$

$\Delta_{139.2}^{12.3} = 0.001189.$

b) Campione di Xilene (1 kilo) bollente quasi tutto tra 139-140, perciò quasi tutto Metaxilene. 500 gr. ne bollivano tra 139-139,4 B_0 = 753.0

V_4 = 7.6724
P = 5.8060
D_4^{139} = 0.7567
$\frac{M}{D}$ = 139.76.

c) Campione di Xilene (1 kilo) bollente tutto tra 141-143 quasi tutta la massa tra 141-141.4° $B_0 = 742.8°$. È dunque quasi tutto Ortoxilene

$$V_4 = 7.6757$$
$$P = 5.8035$$
$$D_4^{141} = 0.7559$$
$$\frac{M}{D} = 139.91$$

13) Etilbenzina C_8H_{10}

Dalla bromobenzina con Ioduro d'etile, Etere assoluto e sodio. Distillato sul sodio bolle costantemente tra 135.7-135.9 $B_0 = 758.5$

	I.	II.
$V_4 =$	7.6686	7.6653
$P =$	5.8373	5.8355
$D_4^{135.8} =$	0.7611	0.7612
$\frac{M}{D} =$	138.95	138.93

Densità di vapore: $S = 0.0439$ $V = 9.9$ $t = 12.8$ $B_0 = 755.9$

	trovato	calcolato
$d =$	3.65	3.66

Peso specifico a 9.9 gradi: $D_4^{9.9}$ 0.8760

$$\Delta_{135.8}^{9.9} = 0.00129$$

14) Stirol, Etilenbenzina $C_6H_5—\acute{C}H—\acute{C}H_2$

Secondo Fittig, dall'acido idroiodocinnamico. Rendita buonissima ed il prodotto è subito puro. Bolle costante tra 143-144° $B_0 = 757.2$.

Ma ad ogni distillazione una piccola parte si polimerizza. Lo stesso avviene durante la determinazione del peso specifico al punto di ebollizione. Il risultato ottenuto è dunque solo approssimativo e lo dò come tale.

$$V_4 = 7.7195$$
$$P = 6.1190$$
$$D_4^{143} = 0.7926$$
$$\frac{M}{D} = 130.91$$

15) Propilbenzina normale. $C_6H_5—C_3H_7$

Dalla bromobenzina, bromuro propilico, Sodio e Etere anidro. Rendita eccellente. L'idrocarburo bollito sul sodio e poi inchiuso in tubi come sopra, bolle circa tutto a 158.5° $B_0 = 751.6$.

	I.	II.
$V_4 =$	7.66515	7.7494
$P =$	5.6715	5.7345
$D_4^{158.5} =$	0.7399	0.7399
$\frac{M}{D} =$	161.82	161.82

Densità di vapore: S = 0,0434 V = 8.6 cm. t = 11.8 B_0 = 755.9

	trovato	calcolato
d =	4.14	4.14

Peso specifico a 9,8 gradi: $D_4^{9.8} = 0.8702$

$\Delta_{153.5}^{9.8} = 0.001184$

16) Paraetiltoluene $C_6H_4\begin{cases}CH_3\\C_2H_5\end{cases}$ 1. 4

Dal parabromotoluene, Ioduro etilico e sodio. Bollito a lungo sul sodio metallico bolle quasi tutto tra 161.9-162.1 B_0 = 756.3

	I.	II.
V_4 =	7.7220	7.7252
P =	5.7090	5.7125
D_4^{162} =	0.7393	0.7394
$\frac{M}{D}$ =	161.95	161.93

Densità di vapore: S = 0.0449 V = 9 cm. t = 12.3 B_0 = 755.8

	trovato	calcolato
d =	4.11	4.14

Peso specifico a 11,3 gradi: $D_4^{11.3} = 0.8694$

$\Delta_{162}^{11.3} = 0.001165$

17) Mesitilene $C_6H_3(CH_3)_3$

Preparato da Kahlbaum dall'Acetone con acido solforico. Dopo ebollizione sul sodio bolle quasi tutto a 164.5 B_0 = 759.2

	I.	II.
V_4 =	7.6857	7.6644
P =	5.6661	5.6503
$D_4^{164.5}$ =	0.7372	0.7372
$\frac{M}{D}$ =	162.41	162.41

Densità di vapore: S = 0.0439 V = 8.7 cm. t = 11.5 B_0 = 756.3

	trovato	calcolato
d =	4.14	4.14

Peso specifico a 9,8 gradi: $D_4^{9.8} = 0.8694$

$\Delta_{164.5}^{9.8} = 0.001159$

18) Cimene $C_6H_4\begin{cases}CH_3\\C_3H_7\end{cases}$ 1. 4

Dalla canfora, bollito a lungo sul sodio metallico a più riprese. Passa quasi tutta la quantità tra 175.4-175-5 B_0 = 749.5

	I.	II.
V_4 =	7.6944	7.6906
P =	5.5769	5.5747
$D_4^{175.4}$ =	0.7248	0.7248
$\frac{M}{D}$ =	184.46	184.46

Pisati e Paternò trovano = 184.38

Kopp trova . . . . = 183.5

Densità di vapore S = 0.0425 V = 7.5 cm. t = 11.5 B_0 = 756.3

	trovato	calcolato
d =	4.63	4.65

Peso specifico a 9.8 gradi: $D_4^{9.8} = 0.864$

$\Delta_4^{9.8} = 0.001159$

19) Terpene di trementina. $C_{10}H_{16}$

Olio etereo di trementina distillato più volte sul sodio, bolle costantemente a 156.1° $B_0 = 766.3$

	I.	II.
V_4 =	7.6732	7.6711
P =	5.6943	5.6939
$D_4^{156.1}$ =	0.7421	0.7422
$\frac{M}{D}$ =	182.85	182.83

Densità di vapore: S = 0.0424 V = 7.5 cm. t = 12.3 B_0 = 755.8

	trovato	calcolato
d =	4.66	4.70

20) Carvene $C_{10}H_{16}$

Dall'olio di *Carum carvi* estratto prima con solfoidrato ammonico alcoolico, per eliminare tutto il carvol, indi con acido solforico diluito. Dopo lavata colla soda, disseccato e distillato più volte sul sodio metallico, quasi tutta la massa bolle a 176.5° $B_0 = 753.7$

	I.	II.	III.
V_4 =	7.6917	7.7184	7.6746
P =	5.4861	5.5057	5.4700
$D_4^{186.5}$ =	0.7132	0.7133	0.7127
$\frac{M}{D}$ =	190.26	190.24	190.40

Densità di vapore: S = 0.0394 V = 6.9 cm. t = 12.2 B_0 755.8

	trovato	calcolato
d =	4.70	4.70

Peso specifico a 9.8° gradi: $D_4^{9.8} = 0.8530$

$\Delta_{176.5}^{9.8} = 0.00118$

21) Cloroformio $CHCl_3$

Ottenuto per decomposizione del cloralio. Diseccato bolle costantemente a 60.9 $B_0 = 754.3$.

		I.	II.
V_4	=	7.7238	7.6460
P	=	10.8762	10.7676
$D_4^{60.9}$	=	2.4081	1.4081
$\frac{M}{D}$	=	84.56	84.56

Thorpe trova 84.53
Pierre » 84.63

Densità di vapore: $S = 0.0734$ $V = 14.7$ cm. $t = 12.6$ $B_0 = 754.3$

	trovato	calcolato
$d =$	4.12	4.12

Peso specifico a 11,8 gradi: $D_4^{11.8} = 1.5039$

$\Delta_{60.9}^{11.8} = 0.00138$

22) Tetracloruro di carbonio CCl_4

Ottenuto da Kahlbaum. Dopo disseccata, quasi tutta la quantità passa tra 75.6-75.7° $B_0 = 753.7$

$V_4 = 7.6856$
$P = 11.3763$
$D_4^{75.6} = 1.4802$
$\frac{M}{D} = 103.66$

Thorpe trova 103.68. Pierre: 103.98

Densità di vapore: $S = 0.0746$ $V = 11.6$ cm. $t = 11.9$ $B_0 = 755.2$

	trovato	calcolato
$d =$	5.29	5.31

Peso specifico a 9.5° gradi: $D_4^{9.5} = 1.6084$

$\Delta_{75.6}^{9.5} = 0.001310$

23) Cloruro di etilene $CH_2Cl—CH_2Cl$

Di Kahlbaum. Dopo disseccamento bolle costante a 83.3° $B_0 = 749.0$

$V_4 = 7.6552$
$P = 8.8620$
$D_4^{83.3} = 1.1576$
$\frac{M}{D} = 85.24$

Thorpe trova 85.34. Pierre: 85.45

Densità di vapore $S = 0.0587$ $V = 14.2$ cm. $t = 12.5$ $B_0 = 752.9$

	trovato	calcolato
$d =$	3.42	3.42

Peso specifico a 9.8 gradi: $D_4^{9.8} = 1.2656$

$\Delta_{83.3}^{9.8} = 0.001269$

24) Cloruro di etilidene $CH_3—CHCl_2$

Ho avuto due campioni preparati da Kahlbaum per l'azione del pentacloruro di fosforo sulla paraaldeide. Bollivano tutti due circa alla stessa temperatura. Il primo che credo forse il più puro bolle a 56.7-56.9 $B_0 = 749.1$

	I.	II.
V_4 =	7.6823	7.6666
P =	8.5596	8.5430
$D_4^{56.7}$ =	1.1142	1.1143
$\frac{M}{D}$ =	88.56	88.55

mentre Thorpe trova il punto di ebollizione 59.9 ed il volume molecolare 88.96. È questo il maggior distacco tra i nostri risultati.

Il secondo campione bolle meno costante del primo ma all'incirca alla stessa temperatura cioè 56.5-57°

	I.	II.
V_4 =	7.6880	7.6421
P =	8.5759	8.5255
$D_4^{56.5}$ =	1.1154	1.1157
$\frac{M}{D}$ =	88.46	88.44

I risultati seguenti si riferiscono alla prima porzione.

Densità di vapore: $S = 0.0504$ $V = 12.2$ cm. $t = 12.5$ $B_0 = 752.9$

	trovato	calcolato
d =	3.42	3.42

Peso specifico a 9.8° gradi: $D_4^{9.8} = 1.1895$

Thorpe a 10.05 gradi trova = 1.1897

$$\Delta_{56.7}^{9.8} = 0.001438$$

25) Tricloroetane asimmetrico. $CH_2Cl—CHCl_2$

Preparato da Kahlbaum. Secco bolle circa tutto tra 113.5-114° $B_0 = 753.2$

	I.	II.	III.
V_4 =	7.6861	7.6659	7.6626
P =	9.9483	9.9245	9.9225
$D_4^{113.5}$ =	1.2943	1.2946	1.2947
$\frac{M}{D}$ =	102.79	102.77	102.76

Densità di vapore: $S = 0.0710$ $V = 12.5$ t 11,5 $B_0 = 756.3$

	trovato	calcolato
d =	4.66	4.60

Peso specifico a 9.4 gradi: $D_4^{9.4} = 1.4577$

$$\Delta_{113.5}^{9.4} = 0.00121$$

26) Percloroetilene $\overset{\prime}{C}Cl_2—\overset{\prime}{C}Cl_2$

Di Kahlbaum, ma sebbene ne possedessi una quantità relativamente grande non vi potei osservare un punto di ebollizione perfettamente fisso.

Bolle tra 120°-121° $B_0 = 753.7$

		I.	II.
V_4	=	7.6925	7.6925
P	=	11.1420	11.1461
D_4^{120}	=	1.4484	1.4489
$\frac{M}{D}$	=	114.21	114.16

Tenendo questa sostanza a bollire per un certo tempo ho osservato che aumenta continuamente di peso. Forse assorbe ossigeno.

Densità di vapore: $S = 0.0864$ $V = 12.5$ $t = 12.2$ $B_0 = 755.2$

	trovato	calcolato
$d =$	5.70	5.72

Peso specifico a 9.4 gradi: $D_4^{9.4} = 1.6312$

$\Delta_{120}^{9.4} = 0.001147$

27) Cloruro di propile C_3H_7Cl

Porzione studiata ed analizzata dal signor Brühl. Ridistillata passa completamente a 46° gradi $B_0 = 753.4$

		I.	II.
V_4	=	7.6780	7.6780
P	=	6.5735	6.5730
D_4^{46}	=	0.8561	0.8561
$\frac{M}{D}$	=	91.43	91.43

28) Cloruro di allile C_3H_5Cl

Porzione analizzata dal signor Brühl

Passa completamente tra 44,8-45° $B_0 = 756.2$.

		I.	II.
V_4	=	7.6471	7.6537
P	=	6.9255	6.9330
$D_4^{44.8}$	=	0.9055	0.9058
$\frac{M}{D}$	=	84.24	84.21

29) Clorobenzina C_6H_5Cl

Porzione analizzata dal Sig. Brühl. Punto di ebollizione 132-132,1 $B_0 = 762,8$

	I.	II.
V_4 =	7.7031	7.6999
P =	7.5625	7.5600
D_4^{132} =	0.9817	0.0818
$\frac{M}{D}$ =	114.28	114.27

30) Clorotoluene $C_6H_5{}^{CH_3}_{Cl}$ 1.4

Miscuglio di poco orto- con moltissimo para-prodotto. Preparato da Kahlbaum. Bolle 159,8-160,5 $B_0 = 760.8$

	I.	II.
V_4 =	7.6803	7.7017
P =	7.1820	7.2021
$D_4^{159.8}$ =	0.9351	0.9351
$\frac{M}{D}$ =	134.91	134.91

Densità di vapore: $S = 0.0672$ $V = 10.0$ $t = 12.0$ $B_0 = 755.9$

	trovato	calcolato
d =	4.39	4.36

31) Epicloridrina C_3H_5OCl

Preparata in grande quantità secondo il metodo di Berthelot modificato da Reboul. Trattiene e scioglie acqua con grande tenacità. Dopo una serie di trattamenti colla calce e col cloruro di calcio bolliva costante tra 115,8-115,9 $B_0 = 758.0$

	I.	II.
V_4 =	7.7383	7.7309
P =	8.2014	8.1856
$D_4^{115.8}$ =	1.0598	1.0588
$\frac{M}{D}$ =	87.03	87.11
Thorpe trova invece		87.29

Densità di vapore: $S = 0.0805$ $V = 20.6$ $t = 15.5$ $B_0 = 722.3$

	trovato	calcolato
d =	3.21	3.19

32) Cloruro di benzile $C_6H_5CH_2Cl$

Ottenuto per distillazione di 1 kilo di prodotto puro del commercio. I due terzi passarono tra 175-175.2 $B_0 = 769.3$. Era perciò purissimo.

	I.	II.
V_4 =	7.7328	7.7339
P =	7.3101	7.3099
D_4^{175} =	0.9453	0.9452
$\frac{M}{D}$ =	133.45	133.47

33) Alcool metilico CH_3OH

Avverto che alcuni degli alcooli ed eteri che seguono non sono stati analizzati nè determinata la densità di vapore. Tutti questi prodotti li debbo alla gentilezza del signor A. Bannow, Direttore della fabbrica di Kahlbaum, e sono di una purezza così perfetta come non saremmo mai capaci di conseguirla lavorando in laboratorio su quantità ristrette.

L'alcool metilico già puro venne trattato con bisolfito sodico per eliminare tutto l'acetone che vi potesse essere, lavato e disseccato poi colla calce viva di fresco arroventata. Nel apparecchio distillatorio finale gli fu aggiunto un pezzettino di sodio metallico e distillato subito. Bolle perfettamente costante a 64.8° $B_0 = 763$

	I.	II.
$V_4 =$	7.6530	7.6520
$P =$	5.7315	5.7320
$D_4^{64.8} =$	0.7475	0,7477
$\frac{M}{D} =$	42.71	42.70

Kopp trova 42,1. Pierre: 42,37. Ma credo probabile che i loro preparati dovessero contenere acetone, del quale in allora male si sapeva liberare l'alcool.

34) Alcool etilico. C_2H_5OH.

Fornito da Kahlbaum al 99,$^3/_4$ $^0/_0$ e fu reso perfettamente anidro distillandolo sopra un pezzetto di sodio, come sopra. Punto di eboll. costante 78,2 $B_0 = 762.7$

	I.	II.
$V_4 =$	7.6796	7.6786
$P =$	5.6686	5.6685
$D_4^{78.2} =$	0.7381	0.7382
$\frac{M}{D} =$	62.18	62.17

Un altro campione che mi ero preparato dall'alcool comune mediante la calce, bolliva 78.3 $B_0 = 756{,}9$. Lo credo meno perfetto del primo.

	I.	II.
$V_4 =$	7.6608	7.6534
$P =$	5.6705	5.6675
$D_4^{78.3} =$	0.7402	0.7405
$\frac{M}{D} =$	62.00	61.98

Kopp trova 62.00. Pierre: 61.57

35) Alcool propilico normale C_3H_7OH

Fornito da Kahlbaum allo stato purissimo. Ne ebbi 1 kilo bollente tra 97-97.3. Quasi tutto però a 97.1° $B_0 = 752.4$. (Era stato trattato con sodio metallico).

		I.	II.	III.
V_4	=	7.6794	7.6784	7.6762
P	=	5.6555	5.6545	5.6556
$D_4^{97.4}$	=	0.7365	0.7366	0.7367
$\frac{M}{D}$	=	81.29	81.28	81.27

Pierre trova: 81.34

36) Alcool isopropilico C_3H_7OH

Di Kahlbaum. Trattato prima colla calce viva poi col sodio. Bolle costante 81,3° $B_0 = 763.3$

		I.	II.
V_4	=	7.6714	7.6724
P	=	5.6875	5.6890
$D_4^{81.3}$	=	0.7413	0.7414
$\frac{M}{D}$	=	80.76	80.75

37) Alcool butilico normale C_4H_9OH

Porzione preparata dal signor A. Fitz ed analizzata dal Signor Brühl. Bolle 116.7-116.8° $B_0 = 747.8$

		I.	II.
V_4	=	7.7199	7.7305
P	=	5.6115	5.6205
$D_4^{116.7}$	=	0.7269	0.7270
$\frac{M}{D}$	=	101.58	101.57

38) Alcool Isobutilico C_4H_9OH

Un kilo fornito da Kahlbaum passava tutto tra 106.4 e 107.2. Trattato prima con calce poi con sodio quasi tutto si raccolse tra 106.6-106.8° $B_0 = 763.2$

		I.	II.
V_4	=	7.6917	7.6917
P	=	5.5884	5.5880
$D_4^{106.6}$	=	0.7265	0.7265
$\frac{M}{D}$	=	101.63	101.63

Pierre trova: 101.99

39) Alcool allilico C_3H_5OH

Di Kahlbaum. Fu trattato 4 volte colla calce arroventata di fresco per levare ogni traccia di acqua. Bolle 96.4-96.5° $B^0 = 753.3$

V_4 = 7.6790
P = 5.9972
$D_4^{94.4}$ = 0.7809
$\frac{M}{D}$ = 74.10

Thorpe trova: 74.19 Tolleus: 73.9

40) Alcool amilico $C_5H_{11}OH$

Porzione studiata ed analizzata dal signor Brühl.
Bolle costante 130.5-131 $B_o = 759.2$

		I.	II.
V_4	=	7.6742	7.6732
P	=	5.4901	5.4895
$D_4^{130.5}$	=	0.7154	0.7154
$\frac{M}{D}$	=	122.74	122.74

41) Dimetiletilcarbinol $\begin{matrix} CH_3 \\ C_2H_5 \\ CH_3 \end{matrix} \!\!>\! COH$

Preparato da Kahlbaum, trattato con sodio metallico bolle a 101.6-102° $B_o = 762.2$

		I.	II.
V_4	=	7.6738	7.6729
P	=	8.5570	5.5561
$D_4^{101.6}$	=	0.7241	0.7241
$\frac{M}{D}$	=	121.26	121.26

42) Alcool caprilico, metilessilcarbinol. $C_8H_{18}O$

Porzione studiata dal signor Brühl. Si tratta con sodio metallico, dopo di che bolle a 179-179.2 $B_o = 762.0$

		I.	II.
V_4	=	7.6796	7.6913
P	=	5.2078	5.2170
D_4^{179}	=	0.6781	0.6782
$\frac{M}{D}$	=	191.29	191.27

43) Metilessilchetone $CH_3—CO—C_6H_{13}$

Porzione studiata ed analizzata da Brühl. Bolle 172.3-172.6 $B_o = 754.8$

		I.	II.
V_4	=	7.7189	7.6998
P	=	5.2826	5.2705
$D_4^{172.3}$	=	0.6843	0.6844
$\frac{M}{D}$	=	186.64	186.61

44) Acetone $CH_3—CO—CH_3$

Acetone puro, venne trasformato nel composto col bisolfito sodico, questo lavato con etere, decomposto ed il prodotto lavato e seccato. Distilla tutta la quantità (circa 300 gr.) a 56° gradi esatti $B_o = 752.2$

$$V_4 = 7.6581$$
$$P = 5.7480$$
$$D_4^{56} = 0.7506$$
$$\frac{M}{D} = 77.08$$

Kopp trova 77.09 Thorpe: 76.78

45) Furfurol $C_5H_4O_2$

Porzione analizzata dal sig. Brühl.

Bolle con grande costanza a 160.5-160.7 $B_o = 742$

	I.	II.
$V_4 =$	7.7049	7.6686
$P =$	7.7245	7.6885
$D_4^{160.5} =$	1.0025	1.0026
$\frac{M}{D} =$	95.53	95.52

46) Paraldeide

300 gr. di prodotto purissimo di Kahlbaum fu ricristallizzato e trattato con cloruro di calcio. Distilla la maggior parte tra 124.3-124.4 $B_o = 751.9$

	I.	II.
$V_4 =$	7.6781	7.6781
$P =$	6.7080	6.7105
$D_4^{124.3} =$	0.8737	0.8739
$\frac{M}{D} =$	150.74	150.70

Densità di vapore: $S = 0.0560$ $V = 18.3$ $t = 18.3$ $B_o = 753.2$

	trovato	calcolato
$d =$	4.58	4.55

47) Dimetilacetal $CH_3—CH(OCH_3)_2$

Di Kahlbaum. Seccato sulla calce viva.

Bolle assai costantemente 62.7-63.3 $B_o = 751.6$

	I.	II.
$V_4 =$	7.6706	7.6695
$P =$	6.1471	6.1463
$D_4^{62.7} =$	0.8013	0.8013
$\frac{M}{D} =$	110.81	110.81

Densità di vapore: $S = 0.0522$ $V = 14.3$ $t = 18.2$ $B_o = 753.2$

	trovato	calcolato
$d =$	3.10	3.11

48) Dietilacetal $CH_3—CH(OC_2H_5)_2$

Di Kahlbaum. Bolle quasi tutto a 103.2 $B_o = 751.9$

	I.	II.
$V_4 =$	7.6657	7.6817
$P =$	5.6445	5.6583
$D_4^{103.2} =$	0.7363	0.7365
$\frac{M}{D} =$	159.90	159.86

Densità di vapore: ho tentato più volte di determinarla ma sempre mi si è dissociata la sostanza.

49) Acido butirrico normale $C_4H_8O_2$

Porzione analizzata da Brühl. Bolle a 161.5-162.3 $B_o = 742.6$

$V_4 = 7.7411$
$P = 6.3020$
$D_4^{161.5} = 0.8141$
$\frac{M}{D} = 107.85$

Pierre trova 107.7

50) Acido Isobutirrico

Porzione analizzata dal signor Brühl. Bolle a 153-153.5 $B_o = 743.7$

$V_4 = 7.6617$
$P = 6.1960$
$D_4^{153} = 0.8087$
$\frac{M}{D} = 108.57$

Pierre trova 106.5 ma per ragioni che si vedranno più tardi credo più esatto il mio risultato

51) Anisol $C_6H_5—OCH_3$

Bolle costantemente tra 155-155.5 B_o 762.3

	I.	II.
$V_4 =$	7.7148	7.6945
$P =$	6.6405	6.6238
$D_4^{155} =$	0.8607	0.8608
$\frac{M}{D} =$	125.18	125.17

Densità di vapore: $S = 0.0434$ $V = 7.87$ $t = 11.8$ $B_o = 755.8$

	trovato	calcolato
$d =$	3.79	3.73

52) Fenetol $C_6H_5—O—C_2H_5$

Tutta la quantità disponibile bolliva tra 171.5-172.5 $B_o = 762.4$ Fu divisa in due porzioni

		171.5-172°	172-172.5°
V_4	=	7.6511	7.6852
P	=	6.2705	6.3009
$D_4^{171.5}$	=	0.8196	0.8198
$\frac{M}{D}$	=	148.52	148.47

Densità di vapore della prima porzione: $S = 0.0371$ $V = 8.3$ $t = 17$ $B_o = 756$

	toovato	calcolato
$d =$	4.27	4.21

53) Formiato metilico $C_2H_4O_2$

Di Kahlbaum. Trattato colla calce viva bolle a 32.3-33.5 $B_0 = 754.2$. Durante la distillazione pare che avvenga una dissociazione parziale

$$V_4 = 7.6787$$
$$P = 7.3440$$
$$D_4^{32.3} = 0.9566$$
$$\frac{M}{D} = 62.57$$

Kopp trova: 63.2

54) Formiato etilico $C_3H_6O_2$

Di Kahlbaum: trattato come sopra. Bolle tutto 53.4-53.6 $B_o = 754.5$

		I.	II.
V_4	=	7.6522	7.7087
P	=	6.6810	6.7305
$D_4^{53.4}$	=	0.8730	0.8731
$\frac{M}{D}$	=	84.57	84.56

Kopp trova 84.7 Pierre: 85.15

55) Formiato butilico $C_5H_{10}O_2$

Di Kahlbaum. Trattato come sopra. Bolle 98-99° $B_o = 759.8$

		I.	II.
V_4	=	7.7076	7.6735
P	=	6.0000	5.9735
D_4^{98}	=	0.7784	0.7784
$\frac{M}{D}$	=	130.74	130.74

Pierre trova: 130.64

56) Formiato amilico $C_6H_{12}O_2$

Di Kahlbaum, come sopra. Bolle 123.5-124.3° $B_0 = 759.9$

		I.	II.
V_4	=	7.7335	7.6802
P	=	5.8425	5.8020
$D_4^{123.5}$	=	0.7554	0.7554
$\frac{M}{D}$	=	153.21	153.21

57) Acetato metilico $C_3H_6O_2$

Di Kahlbaum, come sopra. Bolle 55-55.1 $B_0 = 754.4$

		I.	II.
V_4	=	7.7197	7.6453
P	=	9.8130	6.7484
D_4^{55}	=	0.8825	0.8826
$\frac{M}{D}$	=	83.66	83.65

Kopp trova 83. 5

58) Acetato etilico $C_4H_8O_2$

Kahlbaum prepara questa sostanza in grandissima quantità e mi mandò 500 gr. del prodotto purissimo esente di alcool e senza azione sul sodio metallico. La quantità detta passò quasi tutta, o almeno i due terzi passarono tra 75.5-76.5 $B_0 = 745,5$ Fu divisa in due porzioni

		75.5-76°	76-76.5
V_4	=	7.6674	7.6590
P	=	6,3690	6.3530
$D_4^{75.5}$	=	0.8306	0.8294
$\frac{M}{D}$	=	105.70	105.86

Kopp trovò: punto d'eboll. 74 $D_0^{74} = 0.8194$ $\frac{M}{D} = 107.2$

Ma non è probabile che Kopp lo abbia potuto avere esente di alcool, che naturalmente abbassa la densità e innalza il volume molecolare. Del resto anche il dottore A. Bannow, Direttore della fabbrica Kahlbaum mi diede 76-77° come il vero punto di ebollizione di questa sostanza. In generale come già lo notò Brühl, gli eteri organici hanno raramente un punto di ebollizione assolutamente costante. Il detto signore attribuisce questo fatto ad una parziale dissociazione

59) Etere cloroacetico $C_4H_7ClO_2$

Di Kahlbaum. Trattato colla calce viva, tutta la quantità bolle tra 144.5-144.9 $B_0 = 754.2$

	I.	II.
V_4 =	7.7106	7.7106
P =	7.6535	7.6531
$D_4^{144.5}$ =	0.9925	9.9925
$\frac{M}{D}$ =	123.09	123.09

Densità di vapore: S = 0.0576 V = 11.1 t = 10.9 B_0 = 756.4

	trovato	calcolato
d =	4.24	4.23

60) Etere dicloroacetico $C_4H_6Cl_2O_2$

Di Kahlbaum. Come sopra. Bolle quasi tutto a 157.7° B_0 = 754.6

	I.	II.
V_4 =	7.6956	7.7106
P =	8.3979	8.4165
$D_4^{157,7}$ =	1.0913	1.0915
$\frac{M}{D}$ =	143.44	143.41

Densità di vapore: S = 0.0618 V = 9.4 t = 11.0° B_0 = 756.4

	trovato	calcolato
d =	5.38	5.42

61) Etere tricloroacetico $C_4H_5Cl_3O_2$

Di Kahlbaum. Come sopra. Tutta la quantità bolle tra 166.7-167.1. I due terzi passano a 167.1° B_0 = 754.8

	I.	II.
V_4 =	7.7151	7.7142
P =	8.9885	8.9883
$D_4^{167.1}$ =	1.1650	1.1651
$\frac{M}{D}$ =	163.87	163.85

Densità di vapore: S = 0.0700 V = 8.7 t = 11.2° B_0 = 656.3

	trovato	calcolato
d =	6.59	6.61

62) Acetato propilico $C_5H_{10}O_2$

Campione analizzato da Brühl, bolle quasi tutto tra 101.8-102.2 B_0 = 758.9

	I.	II.
V_4 =	7.6778	7.6788
P =	6.0770	6.0805
$D_4^{101.8}$ =	0.7916	0.7918
$\frac{M}{D}$ =	128.56	128.54

63) Acetato allilico $C_5H_8O_2$

1) Campione analizzato da Brühl, bollente a 103-104 $B_0 = 753.3$

2) Campione avuto da Kahlbaum che trattato colla calce viva arroventata di fresco distillò quasi tutto tra 103-103.5 $B_0 = 753.3$

		I.	II.
V_4	=	7.6860	7.6731
P	=	6.3180	6.3080
D_4^{103}	=	0.8220	0.8220
$\frac{M}{D}$	=	121.37	121.37

64) Acetato butilico $C_6H_{12}O_2$

Di Kahlbaum, trattato colla calce viva a due riprese, bolle in massima parte tra 112.7-113 $B_0 = 758.8$

V_4	=	7.6446
P	=	5.8020
$D_4^{112.7}$	=	0.7589
$\frac{M}{D}$	=	152.51

65) Acetato amilico $C_7H_{14}O_2$

Di Kahlbaum, trattato come sopra bolle tutto a 138.5-139 $B_0 = 758.6$

		I.	II.
V_4	=	7.7030	7.7041
P	=	5.7230	5.7245
$D_4^{112.7}$	=	0.7429	0.7430
$\frac{M}{D}$	=	174.59	174.56

Kopp aveva trovato 173.0

66) Propionato metilico $C_4H_8O_2$

Di Kahlbaum, trattato come gli altri eteri bolle tra 78.5-79.5 $B_0 = 756.8$

		I.	II.
V_4	=	7.6945	9.6914
P	=	6.4805	6,4790
$D_4^{78.5}$	=	0.8422	0.8423
$\frac{M}{D}$	=	104.24	104.23

67) Propionato etilico $C_5H_{10}O_2$

Di Kahlbaum, trattato come sopra bolle costantemente a 98.8-99 $B_0 = 756.9$

	I.	II.
V_4 =	7.6639	7.6660
P =	6.1010	6.1050
$D_4^{98.8}$ =	0.7961	0.7963
$\frac{M}{D}$ =	127.83	127.80

68) Propionato amilico $C_8H_{16}O_2$

Come sopra. Bolle in grande parte tra 160-161 $B_0 = 762.8$

	I.	II.
V_4 =	7.6801	7.6791
P =	5.6030	5.6020
D_4^{160} =	0.7295	0.7295
$\frac{M}{D}$ =	196.95	196.95

69) Propionato propilico $C_6H_{12}O_2$

Come sopra, bolle tutto tra 121-122 $B_0 = 760.2$

	I.	II.
V_4 =	7.7055	7.7023
P =	5.9180	5.9175
D_4^{121} =	0.7680	0.7683
$\frac{M}{D}$ =	150.70	150.69

70) Butirrato etilico $C_6H_{12}O_2$

Trattato colla calce come sopra. Bolle tutto a 119.5-120 $B_0 = 757.4$

	I.	II.
V_4 =	7.7082	7.6952
P =	5.9380	5.9293
$D_4^{119.5}$ =	0.7703	0.7705
$\frac{M}{D}$ =	150.25	150.21

Densità di vapore: $S = 0.0381$ $V = 7.8$ $t = 10.5$ $B_0 = 756.5$

	trovato	calcolato
d =	3.99	4.00

71) Isobutirrato etilico $C_6H_{12}O_2$

Trattato come sopra. Bolle con perfetta costanza a 110.1 $B_0 = 757.3$

	I.	II.
V_4 =	7.7002	7.6991
P =	5.9150	5.9142
$D_4^{110.1}$ =	0.7681	0.7681
$\frac{M}{D}$ =	150.68	150.68

Densità di vapore: $S = 0.0450$ $V = 9.2$ $t = 10.4$ $B_0 = 756.5$

	trovato	calcolato
$d =$	3.99	4.00

Pierre trova per il Butirrato etilico 150.31

» » » » Isobutirrato etilico 151.7

Sarà utile ora di discutere approssimativamente quali possano essere gli errori inerenti ad ognuno di questi risultati, ammettendo di poter fare astrazione da errori introdotti da piccole impurità delle sostanze.

Gli errori che potrebbero commettersi sarebbero da cercarsi

1) Nella determinazione dei punti di ebollizione
2) Nella lettura del volume del liquido
3) Nelle pesate.

Ammesso che l'indicazione della temperatura sia erronea di 1 grado intero, questo porterebbe nella riduzione del Volume a t a Volume a 4°, una variazione media di circa 2 unità della quarta decimale, che tutto al più potrebbe produrre una variazione di 0.0002-3 nel peso specifico e di 0.04 nel volume molecolare.

Ammesso, il che del resto non credo possibile per la capillarità del collo della boccetta, che si sia sbagliato di 3 divisioni, corrispondenti a 0,003 cm., nel leggere il volume del liquido nella boccetta. Questo errore produrrebbe in media uno sbaglio di 0.0003-4 nel peso specifico ossia un cambiamento di 0.06-7 unità nel volume molecolare.

Ammesso che si sia sbagliato di 3 milligrammi nel pesare la boccetta; che è un errore molto esagerato. Questo cagionerebbe una variazione di 0.0003 nel peso specifico e di circa 0.06-7 unità del volume molecolare.

Facciamo ora l'ipotesi pochissimo verosimile, che tutti questi errori si siano verificati in tutta l'estensione qui ammessa, e supponiamo di più che agiscano tutti quanti nello stesso senso. In questo caso il volume molecolare subirebbe una variazione di $0.06 + 0.06 + 0.04 = 0.16$ unità, differenza che non ho mai potuto riscontrare in due determinazioni diverse fatte con una stessa sostanza.

Nello studio dei risultati qui esposti io dovrò naturalmente fare uso anche delle determinazioni di Kopp, Pierre e Thorpe, dove queste si riferiscono a sostanze ch'io non ho potuto studiare. Posso senz'altro confrontare i risultati di questi fisici coi miei, giacchè come si è visto fin qui i valori ottenuti per le stesse sostanze da me e da quei sperimentatori, sono quasi sempre a così dire identici. Tutte le osservazioni che io sarò per citare saranno accompagnate dalla iniziale del nome dell'autore, ma sarebbe troppo lungo se volessi dare per ogni cifra l'indicazione bibliografica completa. Per questo io ho riunite tutte le citazioni occorrenti nell'ultima pagina.

Sull'atomo di carbonio saturo.

Se confrontassimo i volumi molecolari trovati sperimentalmente, con quelli che si calcolano mediante le costanti date da Kopp, troveremmo che tra tutte queste osservazioni ve ne sono appena 7 o 8, nelle quali le differenze tra il trovato ed il calcolato, siano uguali o minori di una unità del volume molecolare. Spesse volte invece le differenze s'innalzano a 8, 10, 15 unità e più. L'origine di questa discrepanza

la troviamo nella considerazione seguente. Al tempo quando furono fatti quasi tutti i lavori che possediamo sui volumi molecolari, non erano conosciuti e studiati che pochissimi casi d'isomerie e non si sapeva rendersi conto alcuno delle diversità di concatenazione che corrispondono a queste isomerie.

Il concetto che ora esprimiamo con un legame doppio tra carbonio e carbonio, non era ancora chiarito, dimodochè non si poteva tener conto di un simile legame nello studio delle proprietà di un composto. Kopp partendo dal concetto della costanza dei volumi specifici del carbonio, cloro, idrogeno, dedusse i loro valori, confrontando tra loro i risultati ottenuti nello studio di un vasto materiale sperimentale. Egli ottenne così un valore medio per il volume dei diversi elementi, ma siccome il suo materiale includeva indistintamente delle sostanze che ora chiameremmo normali, primarie, secondarie, terziarie, sature e non sature, — è evidente che, se i volumi atomici in tutte queste diverse concatenazioni sono soggetti a variazioni, i valori di lì dedotti non possono rappresentare altro che delle medie, l'uso delle quali non può che mascherare delle variazioni, se realmente ve ne sono. Di più i volumi molecolari calcolati con queste medie stesse, dovevano necessariamente combinare con molti volumi molecolari trovati, in limiti assai larghi, con pochissimi però esattamente. Difatti fu questo il caso e per poter studiare l'influenza che possono esercitare sul volume di un elemento (p. es. il carbonio) le variazioni di concatenazione dei componenti della molecola, dobbiamo fare assoluta astrazione dai valori medi di Kopp e ridurci unicamente a confrontare i volumi di sostanze confrontabili.

Prima di procedere ai confronti stessi sarà dunque utile di discutere, quando due sostanze si possano ritenere confrontabili.

Quando si tratti di confrontare tra loro i diversi termini di una stessa serie omologa (p. es. di idrocarburi), possiamo dire a priori che saranno confrontabili i composti normali coi normali, i primari coi primari, i secondari coi secondari e così di seguito, avvicinando tra loro i composti a costituzione analoga. Ma se si trattasse di confrontare un idrocarburo della serie grassa con un altro della serie aromatica, per vedere quale differenza di volume corrisponda ad una data differenza nei pesi molecolari, non potremmo più applicare li stessi criteri. Se per esempio si volesse confrontare il diisobutile C_8H_{18} con un composto C_8H_{10} della serie aromatica, ci si apre la quistione se come termine di confronto si debba prendere uno dei tre xileni isomeri, oppure l'etilbenzina.

Il quadro seguente aiuterà a definire questa quistione. Prima però mi sia permessa una breve osservazione sulla nomenclatura adoperata. Negli idrocarburi della serie grassa userò i nomi «normale», «secondario» ecc., come ciò si fa generalmente, ma nella serie aromatica chiamerò «normali», quegli idrocarburi che hanno una sola catena laterale nel nucleo della benzina; chiamerò secondari quelli, nei quali il gruppo della benzina porta più di un solo gruppo laterale.

Chiamerò normali:	Chiamerò secondari:
Benzina	Xileni
Toluene	Pseudocumol
Etilbenzina	Mesitilene
Propil e Isopropilbenzina.	Etiltoluene.

Idrocarburi della serie grassa.

		I.	II.	III.	IV.	
Esane	normale	68.6°	0.6142	139.7	S	
	secondario	60.8	0.6199	138.7	R	Ramsay
Eptane	normale	98.4	0.6138	162.56	T	
	secondario	90.3	0.6160	161.98	T	
Octane	normale	125.5	0.6107	186.26	T	
	secondario	107.8	0.6166	184.49	S	

I. = Punto di ebollizione; II. = Densità al punto di ebollizione; III. = Volume molecolare; IV. = Autori.

Idrocarburi della serie aromatica.

			I.	II.	III.	IV.
C_8H_{10}	norm.	Etilbenzina. .	135.8°	0.7611	138.95	S
	second.	Metaxilene .	139.2	0.7571	139.69	S
C_9H_{12}	norm.	Propilbenzina	158.5	0.7399	161.82	S
	second.	Etiltoluene	162	0.7393	161.95	S
		Mesitilene	164.5	0.7372	162.41	S

Osservando questo specchietto di coppie di isomeri noteremo il fatto seguente:

Nella serie grassa:

L'idrocarburo normale, al suo punto di ebollizione più elevato, mostra una densità minore ed un volume maggiore.

L'idrocarburo secondario, al suo punto di ebollizione più basso, mostra una densità maggiore ed un volume minore.

Nella serie aromatica:

L'idrocarburo normale, al suo punto di ebollizione più basso, mostra una densità maggiore ed un volume minore.

L'idrocarburo secondario, al suo punto di ebollizione più elevato, mostra una densità minore ed un volume maggiore.

Questa divergenza così netta tra queste due serie, mi pare ci indichi che un idrocarburo normale della serie grassa, debba essere confrontabile (in quanto ai volumi) con quello secondario della serie aromatica e viceversa. Seguendo questa regola, in molti casi troveremo verificata una regolarità annunziata da Kopp ed espressa così: Due sostanze delle quali la prima contenga due atomi di carbonio di meno della seconda, e la seconda quattro atomi d'idrogeno di più della prima, hanno lo stesso volume molecolare. Ossia con altre parole:

$$\text{Vol. } C_2 = \text{Vol. } H_4$$

Faccio osservare che la propil e la isopropilbenzina avendo l'isomeria solo nel gruppo laterale grasso, mostrano tra loro i rapporti appartenenti agli isomeri della serie grassa. Ossia quello normale ha il volume maggiore.

	I.	II.	III.	IV.
Propilbenzina. .	158.5°	0.7399	161.82	S.
Isopropilbenzina	152°	0.7424	161.27	Paternò e Pisati.

		Volumi	Autori
Esane norm. . . .	C_6H_{14}	139.72	S
Metaxilene.	C_8H_{10}	139.69	S
Esane second. . .	C_6H_{14}	138.7	R
Etilbenzina	C_8H_{10}	138.95	S
Eptane norm. . . .	C_7H_{16}	162.56	T
Mesitilene.	C_9H_{12}	162.41	S
Eptane second. . .	C_7H_{16}	161.98	S
Etiltoluene.	C_9H_{12}	161.95	S
Eptane second. . .	C_7H_{16}	161.98	S
Propilbenzina . . .	C_9H_{12}	161.82	S
Diisobutile	C_8H_{16}	184.49	S
Cimene	$C_{10}H_{14}$	184.46	S
Alcool amilico . .	$C_5H_{12}O$	122.74	S
Alcool benzilico. .	C_7H_8O	122.7	K
Aldeide valerica. .	$C_5H_{10}O$	118.34	P
Aldeide benzoica .	C_7H_6O	118.30	K

Non sempre però ed in tutti i casi questa regola trova così perfetta soddisfazione e specialmente se volessimo confrontare delle combinazioni normali della serie grassa con altre, pure normali, della serie aromatica. In questo caso l'uguaglianza dei volumi sparirebbe completamente. Ma anche comparando sostanze che secondo la regola sopradetta sarebbero confrontabili, spesso troviamo delle differenze che non credo dovute a errori di osservazione.

		Volumi	Autori
Pentane second. .	C_5H_{12}	117.17	S
Toluene	C_7H_8	117.97	S
Eptane norm. . . .	C_7H_{16}	162.56	T
Etiltoluene	C_9H_{12}	161.95	S
Octane norm. . . .	C_8H_{18}	186.26	T
Cimene	$C_{10}H_{14}$	184.49	S

Da quello che precede io non saprei rilevare come regola generale Vol. $C_2 =$ Vol. H_4. E ben vero che confrontando certe sostanze che ho chiamate confrontabili, essa si verifica benissimo, ma sparisce invece l'uguaglianza invertendo l'ordine di confronto. Da questo fatto e da quello accennato prima, dei diversi volumi appartenenti alle sostanze isomere, credo di dovere concludere che non sempre ed in tutte le disposizioni il volume corrispondente agli atomi di carbonio è invariabilmente lo stesso, ma che deve essere piuttosto soggetto a variazioni che per ora non possiamo definire con sicurezza.

Se fosse generalmente vera la regola Vol. C_2 = Vol. H_4 se ne potrebbe dedurre anche

$$\text{Vol. } C = \text{Vol. } H_2 \quad \text{e} \quad \text{Vol. } CH_2 = \text{Vol. } CH_2$$

ossia, in parole, che l'incremento di omologia CH_2 debba sempre portar seco un aumento costante di volume, il che non mi pare una deduzione conciliabile collo sperimento. Darò alcuni esempi di sostanze omologhe:

		Volumi	Autori	Differenze
Eptane norm. . . .	C_7H_{16}	162.56	T	22.84
Esane norm. . . .	C_6H_{14}	139.72	S	
Eptane second. . .	C_7H_{16}	197.98	T	23.28
([1])Esane second. . . .	C_6H_{14}	138.7	R	
Octane norm. . . .	C_8H_{18}	186.26	T	23.70
Eptane norm. . . .	C_7H_{16}	162.56	T	
Decane second. . .	$C_{10}H_{22}$	231.31	S	2 × 23.41
Octane second. . .	C_8H_{18}	184.49	S	
Toluene	$C\,H_8$	117.97	S	22.03
Benzina	C_6H_6	95.94	S	
Xilene	C_8H_{10}	139.67	S	21.70
Toluene	C_7H_8	117.97	S	
Etilbenzina	C_8H_{10}	138.95	S	20.98
Toluene	C_7H_8	117.97	S	
Mesitilene	C_9H_{12}	162.40	S	23.45
Etilbenzina	C_8H_{10}	138.95	S	
Propilbenzina . . .	C_9H_{12}	161.82	S	22.15
Xilene	C_8H_{10}	139.67	S	
([2])Isopropilbenzina. .	C_9H_{12}	161.27	P.P	21.60
Xilene	C_8H_{10}	139.67	S	
Cimene	$C_{10}H_{14}$	184.46	S	23.19
Isopropilbenzina. .	C_9H_{12}	161.27	P.P	
Alcool metilico . .	CH_4O	42.71	S	19.47
» etilico . . .	C_2H_6O	62.18	S	19.09
» propilico. .	C_3H_8O	81.27	S	20.31
» butilico . .	$C_4H_{10}O$	101.58	S	
Alcool isopropilico	C_3H_8O	80.76	S	20.87
» isobutilico .	$C_4H_{10}O$	101.63	S	21.11
» isoamilico .	$C_5H_{12}O$	122.74	S	
Acido formico. . .	CH_2O_2	41.0	K	22.2
» acetico . . .	$C_2H_4O_2$	63.2	K	22.6
» propionico .	$C_3H_6O_2$	85.8	K	22.0
» butirrico . .	$C_4H_8O_2$	107.8	S	22.3
» valerico. . .	$C_5H_{10}O_2$	130.1	K	

([1]) R = Ramsay. — ([2]) P.P = Pisati e Paternò.

Da tutti questi esempi che facilmente potrei raddoppiare di numero, risulta che l'incremento di volume, portato da un gruppo CH_2, oscilla tra i limiti piuttosto larghi 19,09-23,7, ossia di circa 4,5 unità. Non mi pare che queste oscillazioni possano attribuirsi a errori di osservazione, giacchè non ho mai potuto osservare delle differenze tanto forti tra determinazioni di volumi fatti da operatori diversissimi e con sostanze di diversa provenienza. Inoltre le sostanze qui citate sono quasi tutte di purificazione relativamente facile, il che dovrebbe diminuire assai le inesattezze del risultato. Io credo dunque che la variabilità del valore dell'incremento CH_2 sia dovuto ad una imperfetta costanza del Volume specifico del Carbonio o se vogliamo dire del gruppo CH_2, ma come è ben naturale prima di potere accettare questa conclusione, come un fatto stabilito, bisognerà potere fornire nuove evidenze. Cercherò di darne quanto prima, ma intanto vorrei fare osservare un esempio singolare dal quale risulta, come il volume molecolare di una sostanza non sia semplicemente la somma dei volumi atomici dei componenti.

Per il Diamile $C_{10}H_{22}$ si è trovato il volume = 231,31.

Questa cifra è regolare ed entra benissimo nella tavola antecedente che fa vedere il variare dell'incremento CH_2 degli idrocarburi intorno a 22 o 23 unità circa.

			Volumi	Differenze		
Decane	sec.	$C_{10}H_{22}$	231.31	$46.82 = 2 \times 23,41$	corrispondente	2 CH_2
Octane	sec.	C_8H_{18}	184.49			
Decane	sec.	$C_{10}H_{22}$	231.31	$69.33 = 3 \times 23,11$	»	3 CH_2
Eptane	sec.	C_7H_{16}	161.98			
Decane	sec.	$C_{10}H_{22}$	231.31	$114.14 = 5 \times 22,83$	»	5 CH_2
Pentane	sec.	C_5H_{12}	117.17			

Ma se volessimo fare il calcolo seguente:

Decane $C_{10}H_{22}$ = 231.31.

Pentane C_5H_{12} = 117.17.

Vol. $C_{10}H_{22} = 2$ (Vol. C_5H_{12}) — Vol. H_2 mettendo, per ragioni che dirò più tardi Vol. $H_2 = 11.2$, che è un valore certamente molto vicino al vero, avremmo:

$2 \times 117.17 - 11.2 = 234.34 - 11.2 = 223.14$ per il Volume di $C_{10}H_{22}$ mentre lo sperimento dà . . . . 231.31.

Si vede perciò evidentemente che i 5 CH_2 aggiunti al Pentane per farne il Decane non possono occupare lo stesso volume che occupano i 5 CH_2 primitivi che costituiscono il Pentane stesso, insieme a due atomi d'idrogeno.

Se consideriamo tutto quanto si è esposto fin qui, e specialmente il regolare variare del volume molecolare delle sostanze isomere, saremo costretti ad ammettere come cosa molto probabile, che il contributo portato da ogni atomo di carbonio al volume totale della molecola non è costante ma varia secondo la natura ed il modo di concatenazione dei componenti della molecola stessa.

Se tentiamo di riassumere in una sola espressione tutto quanto emerge dai fatti fin qui citati, saremo condotti alla regola seguente:

Fra sostanze isomere, costituite di carbonio, idrogeno oppure anche ossigeno,

quella a punto di ebollizione più elevato, avrà generalmente la densità minore ed il volume molecolare maggiore, e viceversa.

	t^o	D_4^t	$\frac{M}{D}$	Autori
Esane norm.	68.6	0.6142	139.72	S
» second. . . .	60.8	0.6199	138.7	R
Eptane norm. . . .	98.4	0.6138	162.56	T
» second.. . .	90.3	0.6160	161.98	T
Octane norm. . . .	125.5	0.6107	186.26	T
» second.. . .	107.8	0.6166	184.49	S
Xilene	139.2	0.7572	139.69	S
Etilbenzina	135.8	0.7611	138.95	S
Mesitilene . . , . .	164.5	0.7372	162.40	S
Propilbenzina. . . .	158.5	0.7399	161.80	S
Mesitilene	164.5	0.7372	162.40	S
Etiltoluene	162.0	0.7393	161.95	S
Propilbenzina. . . .	158.5	0.7399	161.80	S
Isopropilbenzina . .	152.	0.7424	161.27	P.P
Alcool propilico . .	97.0	0.7366	81.28	S
» isopropilico.	81.3	0.7413	80.76	S
Acetone	56.0	0.7506	77.08	S
Aldeide propilica .	46.	0.7730	74.86	P
Carvene.	176.5	0.7127	190.40	S
Trementina	156.1	0.7421	182.85	S
Alcool amilico . . .	130.5	0.7154	122.74	S
Dimetiletilcarbinol.	101.6	0.7241	121.26	S
Acido acetico. . . .	117.3	0.9463	63.2	K
Formiato metilico .	32.3-33.5	0.9566	62.57	S
Acido propionico. .	141.6	0.8614	85.8	K
Formiato etilico . .	53.5	0.8730	84.57	S
Acido butirrico. . .	161.5-162	0.8141	107.85	S
Acetato etilico . . .	76.	0.8324	105.70	S
Acido valerianico .	175.8	0.7819	130.15	K
Acetato propilico. .	101.8	0.7916	128.56	S

Potrei accrescere questa serie di esempi portando un grande numero di eteri isomeri, in appoggio di quanto dico. Tralascio, perchè, sebbene tutti quanti questi corpi, ad eccezione di due casi dubbi per una piccola differenza nei punti di ebollizione, si conformino alla regola, pure ho esperimentato troppo, come anche altri

chimici, l'incostanza dei punti di ebollizione di questi eteri e non vorrei perciò basarvi sopra alcuna conclusione.

Non ho potuto trovare che una sola eccezione ben constatata che non si uniformi a questa regola. Questa eccezione ci è fornita dagli acidi butirrici isomeri coi loro derivati. Ne trascrivo i numeri:

	t^0	D_4^t	$\frac{M}{D}$	Autori
Acido butirrico . .	161.5-162	0.8141	107.85	S
» isobutirrico .	153-153.5	0.8087	108.57	S
Butirrato etilico . .	119.5-120	0.7703	150.25	S
Isobutirrato etilico.	110.1	0.7681	150.68	S
Alcool butilico. . .	116.8	0.7269	101.58	S
» isobutilico .	106.8	0.7265	101.63	S

Non sò dare ragione di questo comportamento speciale del gruppo butirrico, ma ciò non ostante, credo che non si potrà esimersi dall'accettare la regola sopra esposta, come raccogliendo in sè i risultati della grandissima maggioranza delle osservazioni fatte sopra composti contenendo carbonio, idrogeno ed anche ossigeno.

Ho già fatto notare che le serie omologhe tanto degli idrocarburi, che degli acidi e degli alcool mostrano tra i loro singoli termini delle differenze di volume oscillanti tra limiti non larghissimi cioè tra 19 e 23.5 all'incirca. La stessa osservazione potremo fare considerando le serie omologhe formate dagli esteri degli acidi organici coi diversi radicali alcoolici.

Gli acidi: formico, acetico, propionico, butirrico, valerico. Cogli alcool: metilico, etilico, propilico, isobutilico, amilico, possono formare 25 eteri diversi; tra loro isomeri a cinque a cinque. Mediante gli studi di Pierre, Kopp ed i miei sono conosciuti i volumi molecolari di tutte queste sostanze.

Tutti questi corpi si possono ordinare in due grandi serie, formata ognuna di 5 piccole serie omologhe a 5 termini, secondochè si ordini per omologia del gruppo acido o per omologia del gruppo alcoolico.

Per esempio:

formiato	metilico	oppure	formiato	metilico
acetato	»		»	etilico
propionato	»		»	propilico
ecc. ecc.			»	butilico
			»	amilico
formiato	etilico		acetato	metilico
acetato	»		»	etilico
propionato	»		»	propilico
ecc.			ecc.	ecc.

Per non allungare di troppo questa esposizione non starò a trascrivere tutti questi dati, non mostrando essi niente di nuovo. Basta che dica che l'incremento di volume dovuto all'aggiunta di CH_2 in queste serie omologhe, oscilla anche esso irregolarmente

tra 20 e 25 unità. Le osservazioni sono, come si rileva da quanto ho detto, in numero di cinquanta.

H. Kopp crede che i volumi molecolari di sostanze isomere, appartenenti ad una stessa famiglia, siano uguali. Thorpe ha già messo in dubbio questa asserzione ed i risultati finora esposti sopra sostanze isomere, accennano pure ad una variabilità di volume in simili sostanze.

Il confronto dei diversi eteri isomeri fornisce dei dati che sono una conferma assai chiara di quanto si è potuto rilevare ora su questa quistione.

Riferirò alcuni dati sperimentali ordinandoli a gruppi di isomeri.

			Volume	Autori
$C_3H_6O_2$	Formiato etilico. . .	$CHO_2 — C_2H_5$	84.57	S
	Acetato metilico . .	$C_2H_3O_2 — CH_3$	83.66	S
$C_4H_8O_2$	Formiato propilico .	$CHO_2 — C_3H_7$	106.68	P
	Acetato etilico . . .	$C_2H_3O_2 — C_2H_5$	105.70	S
	Propionato metilico.	$C_3H_5O_2 — CH_3$	104.24	S
$C_5H_{10}O_2$	Formiato butilico. .	$CHO_2 — C_4H_9$	130.74	S
	Acetato propilico . .	$C_2H_3O_2 — C_3H_7$	128.56	S
	Propionato etilico. .	$C_3H_5O_2 — C_2H_5$	127.83	S
	Butirrato metilico .	$C_4H_7O_2 — CH_3$	126.00	K
$C_6H_{12}O_2$	Formiato amilico . .	$CHO_2 — C_5H_{11}$	153.25	S
	Acetato butilico. . .	$C_2H_3O_2 — C_4H_9$	152.51	S
	Propionato propilico	$C_3H_5O_2 — C_3H_7$	150.70	S
	Butirrato etilico . .	$C_4H_7O_2 — C_2H_5$	150.25	S
	Valerianato metilico	$C_5H_9O_2 — CH_3$	149.53	P
$C_7H_{14}O_2$	Acetato amilico. . .	$C_2H_3O_2 — C_5H_{11}$	174.56	S
	Propionato butilico.	$C_3H_5O_2 — C_4H_9$	174.56	P
	Butirrato propilico .	$C_4H_7O_2 — C_3H_7$	174.10	P
	Valerianato etilico .	$C_5H_9O_2 — C_2H_5$	173.13	K

Si osserverà che in ognuno di questi cinque gruppi disposti analogamente in quanto alla costituzione delle sostanze, il volume degli isomeri diminuisce regolarmente a partire dal primo. Avviene questo in un modo troppo costante per potere essere attribuito al caso.

Credo di potere riassumere il significato di questa tavola dicendo:

I volumi molecolari degli eteri isomeri ed analogamente costituiti sono tanto più elevati, quanto più è piccolo il numero dei carboni nel gruppo acido e maggiore quello nel gruppo alcoolico.

Questa regola, se così si può chiamarla, ne richiama un altra quasi identica stabilita da Linnemann nei suoi esattissimi studi sui punti di ebollizione degli esteri isomeri:

« Per i gruppi di eteri isomeri il punto di ebollizione è tanto più elevato, quanto più è piccolo il numero di carboni nel gruppo acido e maggiore quello nel gruppo alcoolico. »

Questa regola di Linnemann unita alla mia di suono quasi identico, costituisce la più bella conferma, di quanto ho dedotto come risultato principale del presente

capitolo. Cioè: Fra sostanze isomere, costituite di carbonio e idrogeno, oppure di carbonio, idrogeno e ossigeno, quella a punto di ebollizione più elevato, ha il volume molecolare maggiore. Oppure con altre parole:

I cosidetti volumi atomici dei componenti non possono essere valori invariabili e ciò si applica principalmente all'atomo di carbonio, il quale è solo a variare di concatenazione nelle sostanze accennate.

Sugli atomi di carbonio non saturi.

Come già dissi, Buff, basandosi sopra alcuni risultati di incerta interpretazione, sostenne l'opinione che il volume molecolare delle sostanze dovesse aumentare per la presenza di un cosidetto legame doppio tra carbonio e carbonio, ma i suoi risultati sperimentali nè erano abbastanza numerosi, nè il suo metodo di discussione ed interpretazione adattato a provare il suo asserto. Limitandosi a confrontare i volumi trovati con quelli calcolati colle medie indicate da Kopp, gli mancava un termine di confronto sicuro e i risultati dei confronti non potevano palesare l'esistenza di una legge, che pure si può ovunque verificare esattamente, ponendosi in condizioni di confronto più adatte (¹).

Vi sono due modi diversi per raggiungere questo scopo, cioè per calcolare se vi sia, e quale sia, l'aumento dovuto ad uno o più cosiddetti legami doppi. Seguendo le due strade si giunge a risultati assolutamente identici, il che mi pare la prova più convincente dell'esattezza del mio modo di procedere.

Il primo metodo consiste nel paragonare 2 sostanze sature ed una non satura, che tutte tre contengano lo stesso numero di atomi di carbonio e numeri diversi di atomi d'idrogeno. Questo però in modo tale, che il numero degli atomi d'idrogeno della sostanza non satura, sia compreso tra i numeri di atomi d'idrogeno delle due sostanze sature. Oppure più brevemente: che il primo sia in un modo qualunque intermedio fra gli altri due. Per far vedere l'andamento del calcolo cercherò quale dovrebbe essere il volume molecolare del Caprilene C_8H_{16}, se il legame doppio, che contiene, non influisse su questo valore. La differenza del volume trovato sperimentalmente e quello così calcolato, sarà la variazione dovuta alla presenza di questo doppio legame.

I. Confronterò dunque

1) Diisobutile C_8H_{18} — Vol = 184.5
2) Caprilene C_8H_{16} — Vol = 177.22
3) Etilbenzina C_8H_{10} — Vol = 138.95

La differenza tra il primo ed il secondo è uguale 2 H
La differenza tra il secondo ed il terzo è uguale 6 H
La differenza totale tra il primo ed il terzo è uguale 8 H

ai quali corrisponde una differenza di volumi tra il primo ed il terzo, uguale

$$184.5 - 138.95 = 45.55$$

(¹) Anche Brühl e Thorpe hanno espresse delle opinioni simili a quelle di Buff, ammettendo, e con ragione, una certa proporzionalità tra l'innalzamento del volume molecolare e della rifrazione molecolare.

Per ottenere dunque il valore normale che dovrebbe avere il volume di C_8H_{16}, bisognerà aggiungere al valore trovato per C_8H_{10}, $\frac{6}{8} = \frac{3}{4}$ della differenza totale dei volumi, 45.55 che è = 34.17.

Il valore normale di C_8H_{16} sarebbe così:

Vol. C_8H_{10} = 138.95 + 34.17 = 173.12

ma per il Caprilene C_8H_{16} si trovò . . . . 177.2.

Dunque 177.2 — 173.12 = 4.08 sarà l'aumento di volume dovuto all'unico legame doppio nella molecola del Caprilene.

II. Se facciamo lo stesso calcolo confrontando

1) Esane norm. C_6H_{14} — Vol = 139.7
2) Diallile C_6H_{10} — Vol = 125.82
3) Benzina. . . C_6H_6 — Vol = 95.94

avremo:

Differenza tra il primo ed il secondo è di: 4 H
» » » secondo ed il terzo è di: 4 H
Differenza tra il primo ed il terzo è di: 8 H,

ai quali corrisponde una differenza di volumi tra il primo ed il terzo uguale a 139.7 — 95.94 = 43.76

Per ottenere il valore normale che dovrebbe avere il volume di C_6H_{10} bisognerà aggiungere al valore trovato per C_6H_6, $\frac{4}{8} = \frac{1}{2}$ della differenza totale 43.76 = 21.88.

Il valore normale del Diallile C_6H_{10} sarà così:

Vol. C_6H_6 = 95.94 + 21.88 = 117.82

Ma per il Diallile nel quale ammettiamo due legami doppi, l'esperienza dà 125.82.

Dunque 125.82 — 117.82 = 8.00 sarà l'aumento di volume dovuto ai due legami doppi nel Diallile, e 4.00 sarà l'aumento dovuto ad ognuno di essi.

Come si vede, questi risultati combinano perfettamente e se vogliamo rappresentare in un modo più generale questo metodo di confronto, avremo:

Siano C_nH_a, C_nH_b, C_nH_c, tre idrocarburi come sopra si è detto,
A, B, C, i loro rispettivi volumi molecolari.

Sia di più:

$$a > b,\ b > c,\ A > B,\ B > C$$

e che solo C_nH_b sia una sostanza non satura a uno o più cosidetti legami doppi. Chiamiamo x l'aumento dovuto a questi legami doppi e che è qui l'incognita.

Il valore normale che dovrebbe avere C_nH_b sarà

$$C + \left(\frac{b-c}{a-c} \cdot (A - C)\right)$$

ed il valore di x sarà

$$x = B - C - \left(\frac{b-c}{a-c}(A - C)\right)$$

In questi calcoli ho fatto uso di idrocarburi aromatici e dei loro volumi molecolari, considerandoli come sostanze sature, analoghe a quelle della serie grassa. In seguito giustificherò questo modo di procedere.

È evidente che il metodo di calcolo finora adoperato, non presuppone altro, che una certa costanza del volume atomico dell'idrogeno, quando questo si trovi in combinazioni analoghe e confrontabili, senza però che si sia fatta alcuna supposizione sul valore reale di questo volume atomico.

Questa costanza del volume specifico dell'idrogeno, elemento tipo per i monovalenti, mi pare resa anche più accettabile dalle considerazioni seguenti:

Risulta dai lavori di Brühl e dai miei una notevole analogia nelle proprietà ottiche, termiche e volummetriche (¹) delle sostanze liquide.

Brühl ha dimostrata la costanza della rifrazione atomica degli elementi monovalenti, mentre la rifrazione degli elementi polivalenti, specialmente del carbonio, secondo la funzione dell'atomo nella molecola, è soggetta ad importanti variazioni. Similmente io tendo a credere costante il volume atomico dell'idrogeno, mentre lo stesso, come feci vedere, non lo possiamo ammettere per il carbonio.

Questo primo metodo per calcolare il valore numerico dell'aumento di volume, dovuto ad uno o più cosidetti legami doppi, per quanto mi sembri preferibile a qualunque altro, pure non sarà che rarissimamente applicabile, perchè è difficile di potere raccogliere tre sostanze che abbiano tra loro le relazioni richieste e più sopra esposte. Converrà dunque cercare un altro metodo di più facile e generale applicazione.

Se confrontiamo due sostanze, che contengano lo stesso numero di atomi di carbonio, ma delle quali una, satura, contenga due atomi d'idrogeno di più dell'altra, non satura, — potremo dalla differenza dei volumi delle due sostanze, calcolare l'aumento dovuto al legame doppio di una di esse. Per questo però è necessario che sappiamo quale sia il volume atomico dell'atomo d'idrogeno.

Conoscendo questo, potremo calcolare quale dovrebbe essere. partendo dalla sostanza satura, il volume molecolare della sostanza non satura. La differenza tra il volume calcolato e quello trovato, ci darà la misura dell'aumento dovuto al cosidetto legame doppio.

Per potere adoperare questo metodo abbiamo dunque bisogno di conoscere il volume atomico dell'idrogeno nelle sostanze sature, che potremmo dedurre, confrontando tra loro una serie di sostanze sature che differiscano solo nel numero degli atomi d'idrogeno contenuti nella molecola.

È evidente che otterremo così solo un valore approssimativo per il volume atomico dell'idrogeno, perchè non essendo costante il volume atomico del carbonio, le differenze tra due sostanze, contenenti differenti numeri di atomi d'idrogeno non sarà dovuta unicamente al valore degli idrogeni mancanti, ma sarà influenzata pure dalle possibili variazioni nel volume dei carboni, variazioni dei quali l'ammontare si riversa così tutt'intero sui risultati che noi considereremo come dovuto agli idrogeni soli. Prendendo però la media dei valori così trovati ci approssimeremo certo assai al valore vero dell'idrogeno.

(¹) Mi sia concesso di adoperare questo termine per indicare complessivamente, tutto ciò che si riferisce allo studio dei volumi molecolari ed atomici delle sostanze liquide.

		Volumi	Differenze	
Esane norm. . . . Benzina	$C\ H_{14}$ C_6H_6	139.7 95.9	43.8 = 8 H	H = 5.45
Eptane sec. . . . . Toluene	C_7H_{16} C_7H_8	161.9 117.9	44.0 = 8 H	H = 5.5
Eptane norm.. . . Toluene	C_7H_{16} C_7H_8	162.5 117.9	44.6 = 8 H	H = 5.57
Diisobutile . . . . Etilbenzina	C_8H_{18} C_8H_{10}	184.5 138.9	45.6 = 8 H	H = 5.70
Octane norm. . . . Metaxilene.	C_8H_{18} C_8H_{10}	186.2 139.6	46.6 = 8 H	H = 5.82

Potrei aumentare questi esempi senza alterare sensibilmente la loro media che troviamo di 5,6. Io non credo menomamente che questa cifra sia assolutamente esatta ma dall'altra parte non credo che contenga un errore che possa giungere fino ad una unità nella prima decimale. Prenderemo dunque come volume atomico approssimativo e probabile:

$$\text{Vol. H} = 5.6 \qquad \text{Vol. } H_2 = 11.2$$

Se ora confrontiamo per esempio:

III. Diisobutile C_8H_{18} = Vol. trov. 184.49

Caprilene C_8H_{16} = Vol. trov. 177.22

Il volume normale saturo del Caprilene C_8H_{16} sarà = Vol. C_8H_{18} — Vol. H_2

Ossia 184.49 — 11.2 = 173.29

ma per il Caprilene si è trovato il volume 177.22.

Dunque: 177.22 — 173.29 = 3.93 che sarà l'aumento dovuto al legame doppio e che non si discosta sensibilmente dai valori:

4.07 e 4.00

che avevamo trovati, impiegando l'altro metodo. La differenza tra questi numeri è meno del 2 % del valore.

IV. Confrontando

Pentane secondario C_5H_{12} = Vol = 117.17

Amilene secondario C_5H_{10} = Vol = 109.95

Il volume normale saturo di C_5H_{10} sarà uguale:

Vol C_5H_{12} — Vol H_2 ossia 117.17 — 11.2 = 105.97

Ma per l'Amilene si è trovato il volume 109.95, dunque 109.95 — 105.97 = 3.98 che sarà l'aumento dovuto al legame doppio dell'Amilene.

V. Confrontando

Pentane secondario C_5H_{12} = 117.17

Valerilene . . . . . C_5H_8 = 103.0 (Buff).

Siccome nel Valerilene si ammettono due legami doppi e che la differenza dal Pentane è di 4 atomi d'idrogeno, il volume normale saturo di C_5H_8 sarà:

Vol C_5H_8 = Vol C_5H_{12} — 2 Vol H_2 oppure

= 117.17 — 2.11.2 = 94.77

Ma per il Valerilene si è trovato il volume 103.0 dunque 103.0 — 94.77 = 8.23 aumento dovuto ai due legami doppi e 4.1 aumento dovuto ad ognuno di essi. Considerando l'enorme difficoltà di preparare il Valerilene puro ed in quantità sufficiente, questo è un risultato di sorprendente esattezza e che non si discosta che del 2.5 % dal valore medio 4.00 trovato finora.

Se vogliamo abbreviare i calcoli e dare una espressione generale a questo processo di confronto, avremo.

Sia C_nH_a una sostanza satura, A il suo volume trovato
» C_nH_{a-2} la sostanza non satura, B » » » »
» 5.6 il volume atomico dell'idrogeno
e x significhi l'aumento di volume cercato e dovuto al legame doppio.

Allora

$$A - 25.6 = B - x$$
$$x = B + 25.6 - A$$

Con questa formola calcoleremo ora facilmente il valore di x per i casi seguenti:

VI. Alcool propilico normale C_3H_8O = Vol 81.28
Alcool allilico . . . . . . C_3H_6O = Vol 74.10

Dunque: B + 25.6 — A
74.10 + 11.2 — 81.28 = 4.02 aumento dovuto al legame doppio dell'alcool allilico.

VII. Acetato propilico . . . . $C_5H_{10}O_2$ = Vol 128.56
Acetato allilico . . . . . $C_5H_8O_2$ = Vol 121.37

B + 25.6 — A
121.37 + 11.2 — 128.56 = 4.01 aumento dovuto al legame doppio

VIII. Cloruro di propile. . . . C_3H_7Cl — Vol = 91.43
Cloruro di allile. . . . . C_3H_3Cl — Vol = 84.24

B + 25.6 — A
84.24 + 11.2 — 91.43 = 4.01 aumento dovuto al legame doppio.

A questi esempi potrei ancora aggiungere il confronto tra l'Etilbenzina e l'Etilenbenzina (Stirol) ma come già accennai a suo tempo, questo risultato non poteva riuscire soddisfacente, perchè dopo pochi istanti di riscaldamento lo Stirol subisce un principio di polimerizzazione che progredisce rapidamente. In queste condizioni sfavorevoli mi sono meravigliato della grande approssimazione del risultato, che però naturalmente non può dare alcuna regola.

Etilbenzina C_8H_{10} — Vol 138.9
Etilenbenzina C_8H_8 — Vol 130.9 dunque

B + 25.6 — A
130.9 + 11.2 — 138.9 = 3.2 come aumento dovuto al legame doppio.

Anche sopra una nuova strada alquanto simile possiamo giungere a risultati analoghi.

Abbiamo visto che in molti casi:

$$\text{Vol } C_2 = \text{Vol } H_4 \text{ oppure Vol } C = \text{Vol } H_2.$$

Se anche non lo sarà sempre ed esattamente, potremo però adoperare questa uguaglianza per ottenere risultati approssimativi. Ho già detto che considero i derivati

aromatici come saturi, ammissione del resto che è già stata confermata implicitamente dalla concordanza dei risultati esposti. Ritornerò sopra questo argomento.

Dunque confrontando

IX. Fenol . . . . . C_6H_5OH — Vol 103.6 (Kopp)
Alcool allilico C_3H_5OH — Vol 74.10

Sopra ho ammesso Vol C = Vol H_2 dunque Vol 3C = Vol 6H
ossia Vol 3C = 3.11.2 = 33.6

Dunque partendo dal C_3H_5OH il valore del C_6H_5OH considerato non saturo sarà: 74.10 + 33.6 = 107.70 ma sperimentalmente si trova 103.6. Dunque: 107.7 — 103.6 = 4.1 valore del legame doppio nell'alcool allilico.

Abbiamo dunque ottenuto i risultati seguenti:

I.	Nel Caprilene . . .	4.07	aumento per	1	legame doppio
II.	Nel Diallile.	8.00	» »	2	legami doppi
III.	Nel Caprilene. . . .	3.93	» »	1	legame doppio
IV.	Nell'Amilene	3,98	» »	1	» »
V.	Nel Valerilene . . .	8.23	» »	2	legami doppi
VI.	Nell'Alcool allilico.	4.02	» »	1	legame doppio
VII.	Nell'Acetato allilico	4.01	» »	1	» »
VIII.	Nel Cloruro allilico	4.01	» »	1	» »
IX.	Nell'Alcool allilico.	4.10	» »	1	» »

Risultati che secondo il mio parere decidono definitivamente la quistione se sia influenzato il volume molecolare dalla presenza di un cosidetto legame doppio.

Lo sperimento ci mostra che ad ognuno di questi legami doppi corrisponde un aumento di circa 4 unità nel volume molecolare, a due legami doppi un aumento di 8 unità.

Una osservazione interessante può trovare qui il suo posto. All'Amilene noi assegnamo un legame doppio ed ammettiamo che nella polimerizzazione dell'amilene, i legami doppi di due molecole vicine si aprano e si saldino tra loro, formando un nucleo chiuso.

```
   HC    CH            HC — CH
   ||  + ||      =      |    |
X—HC    CH—X       X—HC — CH—X
```

Questa supposizione viene confermata dalla esperienza.

Nella formazione del Diamilene da due molecole di amilene debbono sparire due legami doppi, il valore di ognuno di questi in quanto al volume è di circa 4, di due dunque di circa 8 unità. Se dunque il nostro concetto della polimerizzazione è giusto, il Diamilene dovrà mostrare un volume di circa 8 unità inferiore alla somma di due volumi molecolari dell'Amilene semplice. Difatti Vol C_5H_{10} = 109.95 dunque
2.109.95 = 219.90
Volume trovato per il Diamilene $C_{10}H_{20}$ = 211.31
Differenza = 8.59 che corrisponde alla sparizione di due legami doppi ognuno dei quali avrebbe il valore 4.29 unità che si avvicina assai al valore medio di 4. La differenza di 0.25 ossia del 5-6 % del valore, non ci può sorprendere, perchè le sostanze che abbiamo confrontate

non sono logicamente confrontabili. Deduciamo il volume di un nucleo chiuso dal doppio volume di una catena aperta, dunque oltre alle variazioni dovute allo sparire dei doppi legami, forse saranno pure avvenute delle variazioni di volume dovute alla diversa forma di concatenazione nella quale sono entrati i carboni e queste variazioni si devono naturalmente riversare sulla differenza che abbiamo considerata come dovuta interamente al valore dei due doppi legami.

Seguendo una nuova strada diversa dalla prima si può provare ancora che il Diamilene è un prodotto di polimerizzazione del C_5H_{10} e che è paragonabile alle sostanze sature in quanto all'impiego della valenza.

Se il prodotto $C_{10}H_{20}$ è saturo il suo volume molecolare deve essere uguale a due volte il volume del Pentane C_5H_{12} meno 4 volte il vol. atomico dell'idrogeno, 5.6.

Vol. C_5H_{12} = 117.17
Vol. H_4 = 22.4 dunque:

2117.17 — 22.4 = 211.94

Per il volume del Diamilene si trova 211.31

Differenza — 63 in meno per il volume del prodotto polimerizzato. Questa mancanza di 0.63 unità trova un riscontro esatto nella mancanza di 0.59 unità, trovata ora per lo stesso Diamilene ma con un metodo diverso. Pare dunque che realmente in questa polimerizzazione oltre alle 8 unità dovute ai due legami doppi, spariscano ancora 0.6 unità di volume circa, per i cambiamenti avvenuti nella concatenazione degli atomi di carbonio saturi.

Sulla costituzione della benzina.

Riconosciuta la dipendenza del volume molecolare dal numero dei cosidetti legami doppi contenuti in una molecola, non sarà privo d'interesse di applicare i nuovi fatti trovati, allo studio del nucleo della serie aromatica; nella speranza di poter portare un piccolo contributo alla soluzione di una quistione che da più anni è stata studiata e discussa più di qualunque altra. Alla ben nota formola esagona della benzina a tre legami doppi di Kekulé, si sono contrapposti diversi altri simboli, specialmente per rappresentare in un modo più evidente, che questo non apparisca dalla formola di Kekulé, la provata equivalenza dei sei atomi d'idrogeno della benzina. La diversità dei simboli contrapposti sta principalmente nella esclusione dei legami doppi, distribuendo le valenze in modi diversi.

Se la benzina e gli idrocarburi da essa derivanti, posseggono realmente dei legami doppi, quali li ammettiamo nell'amilene, nel caprilene, nell'alcool allilico ecc., confrontando il volume molecolare di un idrocarburo aromatico col volume di un idrocarburo saturo della serie grassa, contenente lo stesso numero di atomi di carbonio — dopo dedotto dal volume dell'idrocarburo della serie grassa, il volume di 8 atomi d'idrogeno, differenza di composizione di idrocarburi a ugual numero di carboni, appartenenti a queste due serie (C_6H_6 — C_6H_{14}, C_7H_8 — C_7H_{16} ecc. ecc.), — dovremmo trovare una cifra che sia minore del volume trovato per l'idrocarburo aromatico, di circa 12 unità. Siccome ad ogni legame doppio corrisponde un aumento di circa 4 unità, ai tre legami polivalenti ammessi nella benzina dovrebbe corrispondere una differenza di circa 12 unità.

Lo sperimento contradice nettamente queste deduzioni.

Abbiamo determinato il Vol. specifico dell'atomo d'idrogeno uguale a 5.6, otto atomi corrisponderanno a circa 44.8 unità.

Eseguiamo ora il calcolo sopra esposto per trovare la differenza dovuta ai legami doppi nella benzina, seppure ve ne sono.

Diisobutile C_8H_{18} — Vol. = 184.49
Xilene. . . C_8H_{10} — Vol. = 139.67
184.49 — 44.8 = 139.69

Se prendiamo

Eptane . . C_7H_{16} — Vol. = 162.56 (Thorpe)
Toluene . . C_7H_8 — Vol. = 117.97

avremo

162.56 — 44.8 = 117.76

Possiamo anche confrontare invece che con idrocarburi saturi, con quelli non saturi della serie grassa, levando al loro volume molecolare tante volte 4 unità quanti sono i legami doppi che contengono. In questa maniera otterremo un valore corrispondente ad un idrocarburo saturo della stessa formola:

Caprilene C_8H_{16} — Volume mol. = 177.22
Xilene. . C_8H_{10} — » » = 139.67

avremo 177.22 — 4 = 173.22 = C_8H_{16} saturo
da questo si deduce Vol. H_6 = 33.6

173.22 — 33.6 = 139.62

Possiamo anche qui fare uso della regola spesso esatta che Vol. C_2 = Vol. H_4 per ottenere risultati almeno approssimativi.

Confrontiamo il Diallile a due legami doppi col toluene e colla benzina.

Diallile C_6H_{10} . . . . Vol. = 125.82
Toluene C_7H_8 . . . . Vol. = 117.97
Benzina C_6H_6 . . . . Vol. = 95.94

Il Diallile non saturo ha due legami doppi, dunque:

125.82 — 24 = 117.82 = C_6H_{10} saturo

ammettendo come disse Vol. C_2 = Vol. H_4 sarà anche Vol. C = Vol. H_2. Perciò:

Vol. C_6H_{10} saturo = Vol. C_7H_8 Toluene

Abbiamo visto che Vol. C_6H_{10} saturo . . . . = 117.82
ed il volume del Toluene è trovato . . . . = 117.97

D'altra parte Vol. C_6H_{10} saturo = 117.82
— Vol. 4H = 22.4

Sarà il volume di C_6H_6 . . . . 95.42 che combina a 0,5 % vicino, col valore 95.9 trovato per la benzina.

Che vi possano essere delle piccole differenze si intende facilmente, giacchè abbiamo usato qui una regola non esatta; in oltre il valore impiegato per il volume atomico dell'idrogeno è un valore medio, il quale se contenesse un errore di solo 0.1 unità, avendolo dovuto, in alcuni casi, moltiplicare per 8 porterebbe già una inesattezza di 0.8 unità nel risultato. Però una tale differenza non l'abbiamo riscontrata, perciò credo giustificato quel che ho espresso più sopra circa il valore medio

dell' idrogeno, cioè che esso non includerà un errore maggiore di una unità nella prima decimale, il che corrisponderebbe ad una inesattezza del 1,8 % del valore totale.

Vediamo dunque che partendo da idrocarburi saturi della serie grassa, e facendo l'operazione sopra discussa, invece di ottenere per gli idrocarburi aromatici dei valori che siano di circa 12 unità troppo piccoli, otteniamo invece sempre assai nettamente il valore stesso che l'esperienza ci ha fornito per il volume molecolare dei diversi idrocarburi benzenici. Essi non mostrano nessun aumento di volume che possa indicare l' esistenza di qualche legame doppio e non vi è, in quanto alla relazione dei volumi, nessuna differenza capitale tra la serie grassa e la serie aromatica. Le sostanze di queste due serie sono perfettamente paragonabili in quanto all' impiego della valenza e dal punto di vista acquistato mediante gli studi sul volume molecolare, si può negare l' esistenza dei legami doppi nel nucleo della benzina.

Mi si potrebbe fare osservare che quel che precede è quasi unicamente basato sul valore del volume atomico dell' idrogeno e che questo valore stesso, come si vede dalla tavola pag. 238, è stato determinato appunto, confrontando tra loro idrocarburi saturi della serie grassa ed idrocarburi aromatici; e che è perciò naturale, anche se il volume atomico dell' idrogeno fosse falso, ch' io possa trasformare i volumi molecolari di idrocarburi grassi in quelli di idrocarburi aromatici, che, insomma, io non faccia che ripetere, sotto un altra forma, quel che avevo espresso colla tavola a pag. 238.

Quosta obbiezione però è di nessuna importanza.

È vero che tutte le ultime deduzioni riposano sul volume atomico dell' idrogeno, è vero altresì che questo valore fu determinato come ora si è detto, — ma d' altra parte però è anche vero che questo volume atomico non è solo giusto per le relazioni tra idrocarburi grassi ed idrocarburi aromatici, ma la sua validità è stata dimostrata per classi diversissime di sostanze.

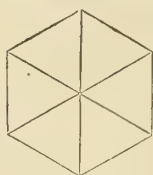
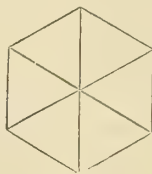
Difatti, l' incremento di volume di 4 unità per ogni cosiddetto legame doppio è stato dedotto identicamente secondo due processi diversi. L' uno assolutamente indipendente dal volume atomico dell' idrogeno, l' altro dipendente da questo.

Se, dunque, per questo scopo abbiamo potuto paragonare: idrocarburi grassi con idrocarburi aromatici, cloruri alcoolici con cloruri alcoolici, eteri della serie grassa con eteri della stessa serie, alcooli grassi con alcooli grassi, idrocarburi aromatici tra loro, alcool della serie aromatica con quelli della serie grassa, idrocarburi della serie grassa con altri della stessa serie — e sempre, impiegando lo stesso valore pel volume atomico dell' idrogeno, abbiamo ottenuto invariabilmente, come incremento dovuto al legame doppio, lo stesso numero, dedotto anche mediante l' altro processo indipendente da questo volume atomico dell' idrogeno; — dobbiamo necessariamente concludere che per tutte queste serie di corpi è valido il volume atomico dell' idrogeno, dedotto dal solo confronto di idrocarburi saturi della serie grassa, con idrocarburi aromatici.

Questo fatto per sè solo mi pare che porti in sè la migliore dimostrazione della perfetta confrontabilità di queste due serie, rispetto all' impiego della valenza.

Non è la prima volta che, basandosi sullo studio delle proprietà fisico-chimiche della benzina, si sia tentato di discuterne la costituzione molecolare, che fino a poco tempo fa era basata sulle sole proprietà chimiche di questa sostanza.

È però un fatto singolare che i tre tentativi fatti in questo senso, non si accordano nei loro risultati. Due di essi rigettano l'ammissibilità di cosidetti legami doppi ed il terzo li ammette, anzi considera come dimostrata la loro esistenza. Brühl nelle sue ricerche importanti sulle proprietà ottiche delle sostanze, fece vedere che la rifrazione molecolare delle sostanze liquide aumenta di un incremento costante per ogni legame doppio che si trovi nella molecola. Di più, determinando la rifrazione molecolare della benzina e dei suoi derivati e confrontando i valori trovati con quelli che si calcolerebbero dalla formola molecolare, trova per tutti i derivati aromatici un aumento di potere rinfrangente uguale a tre volte l'incremento attribuito ad ogni legame doppio. Il Signor Brühl conclude perciò che la formola per la benzina di Kekulé, con tre legami doppi, renda conto, tanto delle proprietà chimiche che fisiche di questo idrocarburo.

Il Signor Thomsen basandosi sulla determinazione dei calorici di combustione di una serie di idrocarburi (Metane, Etane, Etilene, Acetilene, Dipropargile, Benzina) e sui rapporti tra i calorici di combustione di carboni a legami doppi e di altri a legami semplici, arriva alla conclusione che la benzina debba contenere non già tre legami doppi, ma invece soli legami semplici, come ciò è indicato nella formola:

Finalmente come ho fatto vedere in queste pagine, i risultati ottenuti nello studio dei volumi molecolari, portano alla conclusione, che non vi sia alcuna differenza quantitativa nell'impiego della valenza tra sostanze aromatiche e sostanze della serie grassa, che esse sono perfettamente confrontabili e che non si possa ammettere perciò una formola, per rappresentare la benzina, che contenga dei così detti doppi legami. Anche queste conclusioni trovano facilmente la loro espressione nel simbolo:

Dimodochè i risultati di Thomsen ed i miei conducono alla stessa conclusione.

Mi astengo dal fare alcuna ipotesi sull'origine di questa manifesta discrepanza tra i risultati di Brühl e quelli miei, sperando che dei fatti sperimentali, un giorno permetteranno a questo valente indagatore di darne la spiegazione.

Dell'Ossigeno.

La variabilità del volume atomico di questo elemento o, per dire meglio, la variabilità del contributo che porta l'ossigeno al volume totale di una molecola, nella quale entri in certe date condizioni, è già stata indicata da Kopp. Come media delle sue determinazioni egli ammise il valore 7.8 per un atomo d'ossigeno legato

contemporaneamente a due atomi diversi (—O—), e il numero 12.2 quando le due valenze fossero saturate da un solo atomo polivalente (O=) [1].

Le deduzioni che dovrò fare dall'esteso materiale finora acquistato, sono assai varie e meno semplici di quelle di H. Kopp.

Premetterò che il valore dell'ossigeno è una funzione molto complessa del peso e della costituzione molecolare, ma ciò non ostante è possibile di riscontrare delle regolarità, che stanno in intima relazione colle proprietà chimiche delle sostanze.

Per acquistare dei valori per l'ossigeno alcoolico possiamo, per esempio, confrontare i volumi molecolari degli alcooli, dei fenoli o degli eteri, cogl'idrocarburi corrispondenti:

		Volumi	Diff.	Autori
Fenol	$C_6H_5—OH$	103.6	7.7	K
Benzina	C_6H_6	95.9		S
Anisol.	$C_6H_5—OCH_3$	125.2	7.3	S
Toluene	$C_6H_5—CH_3$	117.9		S
Fenetol	$C_6H_5—OC_2H_5$	148.5	9.6	S
Etilbenzina	$C_6H_5—C_2H_5$	138.9		S
Epicloridrina	C_3H_5OCl	87.2	7.0	S
[2] Cloruro d'allile (saturo)	C_3H_5Cl	80.2		S
Alcool amilico	$C_5H_{11}OH$	122.7	5.6	S
Pentane	C_5H_{12}	117.1		S
Etere metilsalicilico . .	$C_6H_4{-OH \atop COOCH_3}$	156.4	7.2	K
Etere benzoico	$C_6H_5—COOCH_3$	149.2		K
Alcool benzilico	$C_6H_5—CH_2OH$	123.5	5.6	K
Toluene	$C_6H_5—CH_3$	117.9		S

Potremmo anche dedurre i volumi delle aldeidi dai volumi degli acidi rispettivi, per avere nuovi valori dell'ossigeno alcoolico.

		Volumi	Diff.	Autori
Acido acetico.	$CH_3—COOH$	63.2	6.5	K
Aldeide acetica.	$CH_3—C{O \atop H}$	56.7		K
Acido propionico	$C_2H_5—COOH$	85.8	11.0	K
Aldeide propionica . . .	$C_2H_5—C{O \atop H}$	74.8		P

[1] Chiamerò per brevità:

Ossigeno alcoolico quello segnato —O—

Ossigeno aldeidico quello segnato O=

[2] Deducendo dal volume trovato nel cloruro d'allile le quattro unità, corrispondenti al legame doppio, si avrà il volume di C_3H_5Cl, saturo.

		Volumi	Diff.	Autori
Acido butirrico.	C_3H_7-COOH	108.6	12.6	S
Aldeide butirrica. . . .	$C_3H_7-C^{O}_{H}$	96.0		P
Acido valerianico. . . .	C_4H_9-COOH	130.2	11.9	K
Aldeide valerica	$C_4H_9-C^{O}_{H}$	118.2		K
Acido benzoico	C_6H_5-COOH	126.7	8.4	K
Aldeide benzoica. . . .	$C_6H_5-C^{O}_{H}$	118.3		K

Sappiamo che due atomi d'idrogeno portano un aumento di volume di 11.2 unità. Deducendo questa cifra dal volume trovato per l'acqua, avremo un nuovo valore per l'ossigeno alcoolico

$$\text{Vol. } H_2O = 18.7 - 11.2 = 7.5$$

I valori così trovati per l'ossigeno alcoolico mostrano grandi oscillazioni e sono lontanissimi dall'offrire una regolarità qualunque.

Dovremo dunque concludere che non è possibile, di stabilire per l'ossigeno legato colle sue due valenze a due altri atomi distinti, un valore fisso.

Abbiamo veduto nelle pagine antecedenti, che un cosidetto legame doppio tra due atomi di carbonio, accresce invariabilmente il volume molecolare di 4 unità.

Anche il legame doppio tra carbonio e ossigeno ha la proprietà di accrescere potentemente il volume della molecola, ma, come subito si vedrà, l'aumento non mostra un valore ben costante.

Conosciamo il volume inerente a due atomi d'idrogeno (11.2), se dunque dal volume di un alcool, leviamo la costante 11.2, la differenza del prodotto ottenuto e del volume dell'aldeide corrispondente, ci deve dire quale sia la differenza tra l'ossigeno aldeidico e l'ossigeno alcoolico. Vedremo, come lo disse già H. Kopp, che il volume dell'ossigeno aldeidico è sempre superiore al volume dell'ossigeno alcoolico, purchè le sostanze confrontate siano nel resto della molecola, costituite analogamente.

La tavola seguente ci dà dunque sotto il nome di « Differenze » l'indicazione diretta di quanto sia aumentato il volume dell'ossigeno, passando dalla forma alcoolica a quella aldeidica.

			Volumi	Diff.	Autori
Aldeide acetica . .	$CH_3-C^{O}_{H}$	=	56.7	5.7	K
Alcool etilico . . .	$CH_3-C^{H_2}_{OH}$	= 62.18 — 11.2	51.00		S
Aldeide propilico .	$C_2H_5-C^{O}_{H}$	=	74.86	4.76	P
Alcool propilico . .	$C_2H_5-C^{H_2}_{OH}$	= 81.3 — 11.2	70.1		S
Aldeide isobutilica.	$C_3H_7-C^{O}_{H}$	=	96.03	5.60	P
Alcool isobutilico .	$C_3H_7-C^{H_2}_{OH}$	= 101.63 — 11.2	90.43		S

			Volumi	Diff.	Autori
Aldeide isamilica .	$C_4H_9{-}C\genfrac{}{}{0pt}{}{O}{H}$	=	118.34	6.84	P
Alcool isoamilico .	$C_4H_9{-}C\genfrac{}{}{0pt}{}{H_2}{OH}$	= 122.7 — 11.2	111.5		S
Acetone	$(CH_3)_2 = CO$	=	77.08	7.52	S
Alcool isopropilico	$(CH_3)_2 = C\genfrac{}{}{0pt}{}{H}{OH}$	= 80.76 — 11.2	68.56		S
Metilessilchetone .	$\genfrac{}{}{0pt}{}{CH_3}{C_6H_{13}} > CO$	=	186.64	6.55	S
Alcool caprilico . .	$\genfrac{}{}{0pt}{}{CH_3}{C_6H_{13}} > C\genfrac{}{}{0pt}{}{H}{OH}$	= 191.29 = 11.2	180.09		S
Aldeide benzoica .	$C_6H_5{-}C\genfrac{}{}{0pt}{}{O}{H}$	=	118.3	6.0	K
Alcool benzilico . .	$C_6H_5{-}C\genfrac{}{}{0pt}{}{H_2}{OH}$	= 123.5 — 11.2	112.3		K

Si ammette che la paraldeide si formi da tre molecole di aldeide acetica per concatenazione degli atomi d'ossigeno, che da aldeidici che erano, diventano, come li ho chiamati, alcoolici.

Se questo è vero, i volumi di queste due sostanze (¹) debbono mostrare una differenza di tre volte la differenza che passa tra un atomo d'ossigeno aldeidico ed uno alcoolico. Come vediamo dall'ultima tabella questo valore oscilla intorno a 6 unità ma tra limiti assai larghi.

			Volumi	Differenza
Paraldeide	C_2H_4O	56.73 =	170.1	19.4
Aldeide. .	$C_6H_{12}O_3$	. . . . . .	150.7	

$$\frac{19.4}{3} = 6.46$$

Questo fatto può servire da conferma alla formola di Erlenmeyer, confermata anche dalle ricerche ottiche di Brühl.

Vediamo dunque chiaramente che quando in una molecola un ossigeno alcoolico viene sostituito da un altro che sia legato con doppia valenza col carbonio, il volume molecolare è accresciuto fortemente.

L'accrescimento però, prodotto da questa sostituzione non si lascia esprimere da una costante e le variazioni che vi si verificano sono, secondo il mio parere, troppo grandi per potersi attribuire a errori di osservazione. Anzi, io credo che il valore dell'ossigeno, che ho chiamato aldeidico, non sia costante e che le variazioni che si osservano, siano intimamente legate colla natura della sostanza. Citerò alcuni fatti che parlano in favore di quanto dico.

Se da un alcool primario, passiamo all'acido corrispondente, lasciamo intatta la costituzione della molecola e sostituiamo solo un atomo di ossigeno a due atomi

(¹) Per rendere confrontabili i due valori bisogna naturalmente moltiplicare per 3 il volume dell'aldeide semplice.

d'idrogeno, se dunque compariamo i volumi di un acido e dell'alcool rispettivo, la differenza dei volumi sarà anche la differenza tra il valore dell'ossigeno introdotto e del volume dei due atomi d'idrogeno eliminati [1]. A queste differenze poi, basta aggiungere il valore di due atomi d'idrogeno (11.2), per ottenere il valore corrispondente al solo atomo d'ossigeno aldeidico.

		Volumi	Differenze	Autori
Acido formico. . .	CH^{O}_{OH}	41	— 1.7	K
Alcool metilico . .	$C^{H_3}_{OH}$	42.70		S
Acido acetico. . . .	$CH_3—C^{O}_{H}$	63.2	+ 1.02	K
Alcool etilico. . . .	$CH_3—C^{H_2}_{OH}$	62.18		S
Acido propionico. .	$C_2H_5—C^{O}_{OH}$	85.8	+ 4.5	K
Alcool propilico . .	$C_2H_5—C^{H_2}_{OH}$	81.3		S
Acido butirrico. . .	$C_3H_7—C^{O}_{OH}$	107.8	+ 6.2	S
Alcool butilico. . .	$C_3H_7—C^{H_2}_{OH}$	101.6		S
Acido isobutirrico .	$C_3H_7—C^{O}_{OH}$	108.6	+ 7.0	S
Alcool isobutilico .	$C_3H_7—C^{H_2}_{OH}$	101.6		S
Acido valerianico. .	$C_4H_9—C^{O}_{OH}$	130.2	+ 7.5	K
Alcool amilico . . .	$C_4H_9—C^{H_2}_{OH}$	122.7		S

Questo specchietto mostra che nel primo termine il volume dell'ossigeno aldeidico è minore di quello dei due atomi d'idrogeno che aveva sostituiti, nel secondo termine già è maggiore e da questo cresce rapidamente col salire nella serie omologa.

Se ora vogliamo calcolare i volumi stessi, corrispondenti al nuovo atomo di ossigeno, — secondo quello che già dissi, avremo

Nell'acido formico . . 11.2 — 1.7 = 9.5
» » acetico . . . 11.2 + 1.0 = 12.2
» » propionico . 11.2 + 4.5 = 15.7
» » butirrico. . 11.2 + 6.2 = 17.4
» » isobutirrico 11.2 + 7.0 = 18.2
» » valerianico. 11.2 + 7.5 = 18.7

} Valori dell'ossigeno aldeidico.

Siccome è principalmente la vicinanza dell'ossigeno aldeico nel carbossile, che dà all'ossidrile di questo le proprietà acide, era da aspettarsi che variando la natura di questo atomo di ossigeno, variassero anche le proprietà generali della molecola.

[1] Sarebbe forse più esatto di dire: « la differenza dei volumi, sarà anche la differenza tra il valore del gruppo C—O ed il valore del gruppo CH_2 ».

Salendo nella serie omologa di questi acidi, aumenta il volume dell'ossigeno aldeidico, decrescono le velocità iniziali di eterificazione, decrescono i calorici di neutralizzazione.

Più tardi quando avrò trattato più estesamente del vero significato del cosidetto legame doppio, farò rilevare l'intimo legame che esiste fra queste tre manifestazioni della diversità di natura degli acidi omologhi.

Prima di chiudere questo capitolo credo dover esporre ancora una relazione assai spiccata e netta che esiste tra la somma dei volumi di un acido ed un alcool da un lato, ed il volume dell'etere che da questi due si può formare.

Un etere si forma nella combinazione di un acido con un alcool, mentre si elimina una molecola d'acqua. Si dovrebbero dunque trovare delle differenze costanti tra il volume dell'etere e la somma dei volumi dell'acido e dell'alcool, che l'hanno generato. Di più questa differenza costante dovrebbe essere eguale al volume molecolare dell'acqua, (18,7).

L'esperienza contradice nettamente queste induzioni.

Per ragione di brevità scrivo tutto in formole e tralascio tutte le indicazioni non strettamente necessarie.

	Volumi	Differenze	Autori
Vol $H—COOH$ + Vol CH_3OH Vol $H—COOCH_3$	83.7 62.57	21.13	S
Vol $H—COOH$ + Vol C_2H_5OH Vol $HCOOC_2H_5$	103.18 84.57	18.61	S
Vol $HCOOH$ + Vol C_3H_7OH Vol $H—COOC_3H_7$	122.27 106.68	15.59	P
Vol $HCOOH$ + Vol C_4H_9OH Vol $H—COOC_4H_9$	142.63 130.74	11.89	S
Vol $HCOOH$ + Vol $C_5H_{11}OH$ Vol $HCOOC_5H_{11}$	163.7 153.2	10.5	S

Vol $CH_3—COOH$ + Vol CH_3OH Vol $CH_3—COOCH_3$	105.9 83.66	22.24	S
Vol $CH_3—COOH$ + Vol C_2H_5OH Vol $CH_3—COOC_2H_5$	125.38 105.68	19.70	S
Vol $CH_3—COOH$ + Vol C_3H_7OH Vol $CH_3—COOC_3H_7$	144.47 128.56	15.91	S
Vol $CH_3—COOH$ + Vol C_4H_9OH Vol $CH_3—COOC_4H_9$	164.83 152.51	12.32	S
Vol $CH_3—COOH$ + Vol $C_5H_{11}OH$ Vol $CH_3—COOC_5H_{11}$	185.9 174.56	11.34	S

	Volumi	Differenze	Autori
Vol C_2H_5COOH + Vol CH_3OH	128.5	24.26	
Vol $C_2H_5—COOCH_3$	104.24		S
Vol C_2H_5COOH + Vol C_2H_5OH	147.98	20.15	
Vol $C_2H_5—COOC_2H_5$	127.83		S
Vol $C_2H_5—COOH$ + Vol C_3H_7OH	167.07	16.37	
Vol $C_2H_5—COOC_3H_7$	150.70		S
Vol $C_2H_5—COOH$ + Vol C_4H_9OH	187.38	12.81	
Vol $C_2H_5—COOC_4H_9$	174.57		P
Vol $C_2H_5—COOH$ + Vol $C_5H_{11}OH$	208.5	11.54	
Vol $C_2H_5—COOC_5H_{11}$	196.96		S

Vol $C_3H_7—COOH$ + Vol CH_3OH	150.56	24.56	
Vol $C_3H_7COOCH_3$	126.00		K
Vol C_3H_7COOH + Vol C_2H_5OH	170.03	19.78	
Vol $C_3H_7COOC_2H_5$	150.25		S
Vol C_3H_7COOH + Vol C_3H_7OH	189.42	15.32	
Vol $C_3H_7COOC_3H_7$	174.10		P
Vol C_3H_7COOH + Vol C_4H_9OH	209.43	9.93	
Vol $C_3H_7COOC_4H_9$	199.5		P
Vol C_3H_7COOH + Vol $C_5H_{11}OH$	230.55	9.52	
Vol $C_3H_7—COOC_5H_{11}$	221.03		P

Vol C_4H_9COOH + Vol CH_3OH	172.86	23.33	
Vol $C_4H_9COOCH_3$	149.53		P
Vol C_4H_9COOH + Vol C_2H_5OH	192.33	19.20	
Vol $C_4H_9COOC_2H_5$	173.13		K
Vol C_4H_9COOH + Vol C_3H_7OH	211.42	13.24	
Vol $C_4H_9COOC_3H_7$	198.18		P
Vol C_4H_9COOH + Vol C_4H_9OH	231.73	12.83	
Vol $C_4H_9COOC_4H_9$	218.9		K
Vol C_4H_9COOH + Vol $C_5H_{11}OH$	252.85	8.85	
Vol $C_4H_9COOC_5H_{11}$	244.00		K

Risulta da questo specchietto, che le differenze, tra gli eteri da un lato e la somma dell' acido e dell' alcool corrispondente, dall' altro, diminuiscono rapidissimamente man mano si sale nella serie omologa.

Oppure possiamo esprimere il significato di questa tabella dicendo: che il volume corrispondente alla molecola d'acqua che si elimina nell'atto dell'eterificazione è tanto più piccolo, quanto maggiore è il peso molecolare dell'alcool.

In queste tavole però abbiamo preso come la costante di ognuno dei cinque gruppi l'acido, e come variabile i diversi alcooli, ottenendo così dei valori decrescenti coll'aumentare del peso molecolare. Se invece prendiamo per costante l'alcool e per variabile l'acido, ossia se ordiniamo tutte queste sostanze in cinque gruppi, dei quali ognuno contenga gli eteri di tutti cinque gli acidi collo stesso alcool, i risultati saranno molto diversi.

Non credo necessario di riscrivere sotto questa nuova forma tutte le tabelle relative.

Farò osservare che tutti gli eteri metilici si trovano i primi di ognuno dei cinque gruppi, tutti gli eteri etilici i secondi, i propilici i terzi ecc. ecc. Potremo dunque scrivere direttamente le differenze per gruppi, senza dover riscrivere tutte le formole.

Gruppo	metilico	21.13	22.24	24.26	24.56	23.33
»	etilico	18.61	19.70	20.15	19.78	19.20
»	propilico	15.59	15.91	15.44	15.32	13.24
»	butilico	11.89	12.32	12.81	9.93	12.83
»	amilico	10.5	11.34	11.54	9.52	8.85

Queste differenze non sono costantissime per ogni gruppo ma certo si avvicinano sensibilmente a dei valori fissi. Non discuto per ora a cosa si debbano attribuire le oscillazioni, ma il fatto che le maggiori deviazioni si verificano negli eteri alti del butile e dell'amile che furono studiati da Pierre, e dei quali ho ragione a credere che abbiano forniti risultati alquanto erronei, mi fa sospettare che queste oscillazioni siano dovute a valori inesatti per alcuni eteri. D'altra parte invece non è ammissibile un errore maggiore di 4 o 5 unità della prima decimale, al massimo, per la somma degli alcooli coi rispettivi acidi.

La conclusione che ci suggerisce la vista dello specchietto surriferito è secondo il mio parere la seguente: Il restringimento di volume nell'atto dell'eterificazione di un dato alcool con qualunque siasi acido della serie omologa $C_nH_{2n}O_2$ è circa costante, il che farebbe supporre che nella condensazione, oppure, nella eterificazione è l'alcool che perde l'ossidrile e non l'acido. Questo ossidrile è il costituente della molecola d'acqua di condensazione, che per ogni alcool ha un valore speciale indipendente dalla natura dell'acido. Credo che per ora non si sia abbordata ancora la quistione se sia l'acido o l'alcool che nell'atto della eterificazione fornisce l'ossigeno eliminato. Cercherò in seguito di discutere questo sperimentalmente.

CONCLUSIONI GENERALI

In una sua ultima Memoria I. W. Brühl [1] dopo avere studiato estesamente le proprietà rinfrangenti delle sostanze liquide e dopo di avere confrontati i

[1] Annalen 211 p. 121.

risultati di questi studi con quelli di Berthelot [1], Favre, Silbermann [2], Louginine ed altri sui calorici di combustione di queste stesse sostanze, arriva alle seguenti importanti conclusioni:

Il legame doppio tra carbonio e carbonio aumenta tanto il potere rifrangente dei corpi, quanto anche il loro calorico di combustione. Le stesse proprietà gode anche il legame doppio tra carbonio e ossigeno, ma non nello stesso grado. Come si vede questi risultati sono perfettamente paralelli a quelli esposti nella presente memoria. La presenza di un legame doppio accresce fortemente il volume molecolare delle sostanze, come ne inalza il calorico di combustione e la potenza rifrangente per la luce. Queste tre diverse manifestazioni fisiche, della natura intima delle sostanze sono dunque in pieno accordo e lo debbono essere necessariamente come emanazioni visibili di una unica causa, per noi ancora quasi ignota, ma alla quale, partendo dal concetto della valenza costante, abbiamo dato il nome di legame doppio.

Questa costanza della valenza però, è inammissibile come regola generale. Le numerose sostanze inorganiche come CO, NO, ed altre molte, meno semplici, provano che la legge che presiede alla congiunzione degli atomi, non è tanto semplice quanto ce lo siamo figurati finora. Molti chimici e fisici consideravano già come assai probabile questo fatto, ma solo il Brühl ha potuto enunziarlo, basandosi sopra una serie di fatti sperimentali e sopra argomentazioni che secondo il mio parere sono inconfutabili.

Cercherò di riassumere brevemente le sue considerazioni in proposito.

Abbiamo visto che in quei composti nei quali fino ad oggi si ammettevano uno o più legami doppi, si accresce il calorico di combustione, la potenza rifrangente per la luce ed il volume molecolare, in confronto al valore che hanno queste costanti fisiche in composti isomeri ai primi, ma saturi.

L'energia di un composto è formata:

1° dal calore impiegato per l'innalzamento di temperatura ossia per l'aumento della forza viva delle sue particelle mosse.

2° dal calore impiegato, per vincere l'attrazione mutua delle singole particelle, per operare in somma quel che chiamiamo la disgregazione.

Secondo Clausins (Memoria 6 p. 270) la forza viva degli atomi è dipendente *solo* dalla temperatura e non dall'ordinamento delle particelle nella molecola. Ma la forza viva di sostanze isomere, a temperature uguali deve essere sempre la stessa, contenendo, queste sostanze, nelle loro molecole lo stesso numero di atomi della stessa specie. La causa dunque del variabile valore calorico dell'energia di sostanze isomere, come questo si palesa nel diverso loro calorico di combustione, dovrà cercarsi unicamente nella diversa disgregazione operata nelle loro molecole e ad una energia maggiore corrisponderà una disgregazione più avanzata, un maggior indebolimento dei legami tra atomo ed atomo.

Ma siccome si è provato che le sostanze a cosiddetti legami doppi, hanno un calorico di combustione e perciò una energia maggiore che non i loro isomeri ai quali

[1] *Essai de mécanique chimique.*
[2] Jahresbericht 1852 p. 21.

fanno difetto i legami doppi, ne segue che la disgregazione delle prime sarà più avanzata e i legami tra i loro atomi più indeboliti.

Il cosidetto legame doppio corrisponde per ciò, non già ad una attrazione più intima, ma bensì ad una attrazione diminuita tra gli atomi. L'ammettere legami doppi è in contradizione coi fatti e le sostanze, nelle quali questi legami si ammettevano, sono sostanze non sature. E la loro affinità, non solamente non è impiegata in tutta la sua estenzione, ma invece tra gli atomi non saturi ha luogo una attrazione anche più debole di quel che non corrisponda ad uno dei nostri legami semplici.

I risultati esposti nella presente memoria vengono a confermare chiarissimamente queste conclusioni, giacchè solo ammettendo questi legami più deboli, mi sia concesso di chiamarli « lacune », sono intelligibili i risultati ottenuti dallo studio dei volumi molecolari.

I lavori di Kopp (¹), dimostrano che il volume atomico dell'ossigeno dello zolfo e dell'azoto si accrescono quando con legami multipli sono legati ad altri atomi, ed io ho provato lo stesso per il carbonio.

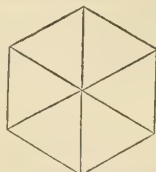
Sarebbe poco agevole di capire come due atomi che si attraggano più fortemente che questo non avvenga con un solo legame, occupino ciò non ostante degli spazi maggiori, mentre accettando le deduzioni sopra esposte, ammettendo dunque delle lacune, un distanziamento maggiore invece dei legami più intimi, i risultati ottenuti nello studio dei volumi molecolari non solo diventano intelligibili ma diventano inevitabili.

Tutte le reazioni delle sostanze non sature vengono a confortare il modo di vedere fin qui esposto. Dovunque si metta in contatto con un gruppo che d'ora innanzi chiamerò « a lacuna », o certi elementi liberi come Bromo e Cloro o certe combinazioni come acido cloridrico o iodidrico ecc., essi vengono istantaneamente assorbiti. Se la lacuna esiste fra carbonio e ossigeno, se dunque si tratti di aldeidi, acetoni, ossidi di alchileni, tutte le sostanze accennate ed anche altre molte, come ammoniaca, bisolfiti, idrogeno, ossigeno ecc. si addizionano energicamente, prova della insufficiente saturazione dei composti. Sappiamo che le sostanze a catena di carboni interrotti da una lacuna, all'ossidazione si scindono precisamente al punto dove finora si segnava il legame doppio, prova che questo deve presentare il punto di minore resistenza. Anche il fatto che gli acetoni, sotto l'influenza di agenti ossidanti, si spezzino sempre vicino al carbonio che porta l'ossigeno, deve essere in relazione colla lacuna esistente tra questo elemento ed il carbonio.

Vorrei ancora far notare alcune considerazioni circa la costituzione del nucleo aromatico. Brühl avendo trovato per il potere rifrangente delle sostanze di questa serie un incremento corrispondente a 3 volte quello prodotto da una lacuna ordinaria, come sarebbe p. es. quella del gruppo allilico, — vorrebbe ammettere nella benzina 3 lacune simmetricamente disposte. E sebbene queste debbano grandemente diminuire la stabilità del nucleo egli ammette ciò nonostante la loro esistenza, facendo osservare che ad onta della loro presenza debilitante, l'essere i sei atomi di carbonio

(¹) Faccio osservare che anche Brühl adduce i lavori di Kopp e anche quelli ancora poco concludenti di Buff, in conferma delle deduzioni generali.

ordinati a nucleo chiuso, potrebbe aumentare di tanto l'attrazione tra i diversi carboni, da produrre un edifizio di grande resistenza.

Senza volere discutere o criticare questo concetto, mi sia permesso di fare osservare che sparisce la necessità di qualunque ipotesi, considerando la quistione dal punto di vista acquistato mediante i miei studi sui volumi molecolari, che sono d'accordo come sopra dissi coi risultati di I. Thomsen. Risulta dai miei sperimenti la perfetta confrontabilità delle sostanze aromatiche con quelle della serie grassa, e la necessità di non ammettervi delle lacune. Accettando, per esempio, come espressione della costituzione del nucleo della benzina, il simbolo:

la stabilità della sostanza non è più in contradizione colla forma del simbolo. Oppure, per spiegarmi meglio: secondo le mie osservazioni, non essendovi nella benzina dei legami doppi, che ora dovrebbero sostituirsi con lacune; — nulla osta all'accettazione della proposta di sostituire al concetto del legame doppio il concetto della lacuna.

Il nuovo concetto acquistato sul significato del cosidetto legame doppio, che, accrescendo il volume molecolare, non corrisponde che ad una disgregazione più avanzata, ad un distaccamento maggiore tra gli atomi nella molecola, ci consiglia di abbandonare l'espressione « volume atomico di un elemento ».

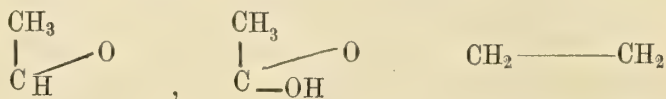
Difatti il contributo portato da un atomo al volume totale di una molecola, non può risiedere nel volume di questo atomo, ma risiede nel volume della sfera d'azione a lui propria, ossia nella distanza che lo separa dagli altri atomi nella molecola.

Variando questa distanza, varierà il volume totale della molecola e sarà tanto maggiore quanto più sarà avanzata la disgregazione tra gli atomi che la compongono.

Forse sarebbe più esatto di sostituire alla parola « volume atomico » di un elemento, l'espressione: « sfera atomica » o « sfera molecolare, » di questo elemento.

Il Signor Brühl ha proposto di esprimere nelle nostre formole, il nuovo concetto che deve sostituire quello del doppio legame, ponendo a maggior distanza relativa gli atomi che prima si univano con due affinità, ma che ora dobbiamo considerare come non saturi e come più distanziati tra loro.

L'aldeide, l'acido acetico, l'etilene diverrebbero:

$$\begin{array}{l} CH_3 \\ | \;\diagup O \\ C\,H \end{array} \quad , \quad \begin{array}{l} CH_3 \\ | \;\diagup O \\ C - OH \end{array} \qquad CH_2 \text{———} CH_2$$

indicando col tratto allungato un attrazione anche minore di quella che lega i due atomi d'idrogeno nella molecola dell'idrogeno e che per ora si considera come la minima manifestazione o come unità di misura della valenza.

Questa proposta accettabilissima, non mi pare che basti più, quando occorra il caso di dovere esprimere che in una serie di sostanze analogamente costituite, due atomi non saturi, si attraggono tra loro con una forza variabile, secondo il termine

della serie omologa nel quale si trovano. Senza però che questa attrazione giunga mai al valore di una valenza normale.

Se non mi inganno credo di potere addurre un tale caso.

Abbiamo visto a pag. 248 che nella serie omologa degli acidi grassi, il volume dell'atomo di ossigeno non saturo, o aldeidico, aumenta rapidamente col salire nella serie. Se l'aumento di volume, come si è visto, corrisponde ad un distanziamento maggiore degli atomi, dobbiamo ammettere che questo atomo di ossigeno non saturo si trovi a distanze sempre maggiori dal carbonio, man mano cresce il peso della molecola. Giacchè l'acidità dell'ossidrile negli acidi è dovuta alla vicinanza dell'atomo ossigeno, cosidetto aldeidico, — più questo sarà vicino, più saranno pronunziate le proprietà acide del carbossile, più sarà lontano, meno sarà sensibile la sua influenza e diminuirà l'energia dell'acido. Nel nostro caso perciò, l'acido formico deve essere l'acido più energico, perchè in esso il volume dell'ossigeno aldeidico è il più piccolo, cioè quest'atomo si trova in grande prossimità dell'ossidrile; l'acido valerianico invece sarà il più debole tra questi acidi, perchè all'ossigeno aldeidico vi corrisponde un valore altissimo, che significa una lontananza assai grande di questo ossigeno e perciò una influenza acidificante molto minore.

Con queste conclusioni sono in bella armonia gli studi di Louginine sui calorici di neutralizzazione degli acidi mediante la potassa disciolta, e le ricerche di Menschutkin, sulla celerità iniziale di eterificazione degli acidi.

I. I calorici di neutralizzazione sono calcolati per 1 gramma di sostanza

Acido	formico	H—COOH	— 2898 cal.
»	acetico	CH_3—COOH	— 2238 »
»	butirrico	C_3H_7—COOH	— 1628 »
»	isobutirrico	C_3H_7—COOH	— 1628 »
»	valerianico	C_4H_7—COOH	— 1424 »

II. Celerità iniziale di eterificazione (sistema isobutilico).

Acido	formico	— 61.69
»	acetico	— 44.36
»	propionico	— 41.18
»	butirrico	— 33.25 acido isobutirrico 29.03
»	caprilico	— 33.08
»	octilico	— 30.86.

Questi due ordini di fatti confermano la conclusione tirata dai diversi valori del volume, attribuibili all'ossigeno aldeidico negli acidi della serie grassa, e sono perciò anche una conferma indiretta di quanto si è esposto sulla vera natura del cosidetto legame doppio.

Credo che i risultati più importanti della presente ricerca si possano esprimere come segue:

1) I volumi specifici del carbonio e dell'ossigeno sono variabili. Essi variano col variare della concatenazione atomica.

2) La presenza di un cosiddetto legame doppio aumenta invariabilmente il volume molecolare. Per ognuno di questi legami tra carbonio e carbonio, l'aumento è di 4 unità.

3) Il nucleo della benzina non può contenere legami doppi, ma soli legami semplici.

4) I cosiddetti legami doppi non esistono; dove finora si ammettevano, bisogna sostituirvi delle lacune, degli atomi non saturi, a legami meno intimi di quel che lo siano i legami semplici comunemente ammessi.

Risultati sperimentali.

K = Kopp. P = Pierre. T = Thorpe. P.P. = Pisati e Paternò. B = Buff.

			Volumi molecolari	Risultati di altri
1	Acqua	H_2O	18.73	18.73 K. Rossetti.
2	Pentane secondario	C_5H_{12}	117.17	
3	Esane normale	C_6H_{14}	139.72	
4	Diisobutile	C_8H_{18}	184.49	184.5 K. 184.83 T.
5	Diisoamile	$C_{10}H_{22}$	231.31	
6	Amilene	C_5H_{10}	109.95	
7	Caprilene	C_8H_{16}	177.22	
8	Diamilene	$C_{10}H_{20}$	211.31	
9	Diallile	C_6H_{10}	125.82	126.42 B.
10	Benzina	C_6H_6	95.94	95.94 K. 95.94 P.P.
11	Toluene	$C_6H_5—CH_3$	117.97	
12	Metaxilene	$C_6H_4(CH_3)_2$	139.67	
13	Etilbenzina	$C_6H_5—C_2H_5$	138.95	
14	Stirol	$C_6H_5—C_2H_3$	130.91	
15	Propilbenzina norm.	$C_6H_5—C_3H_7$	161.82	
16	Mesitilene	$C_6H_3(CH_3)_3$	162.40	
17	Etiltoluene	$C_6H_4(CH_3)(C_2H_5)$	161.95	
18	Cimene	$C_6H_4(CH_3)(C_3H_7)$	184.46	184.38 P.P. 183.5 K.
19	Trementina	$C_{10}H_{16}$	182.85	
20	Carvene	$C_{10}H_{16}$	190.40	
21	Cloroformio	$CHCl_3$	84.56	84.53 T. 84.63 P.
22	Tetracloruro di carbonio	CCl_4	103.66	103.68 T. 103.98 P.
23	Cloruro d'etilene	$CH_2Cl—CH_2Cl$	85.24	85.34 T. 85.45 P.
24	» d'etilidene	$CH_3—CHCl_2$	88.56	88.96 T.
25	Tricloroetane	$CH_2Cl—CHCl_2$	102.79	
26	Percloroetilene	$CCl_2—CCl_2$	114.21	
27	Cloruro di propile	C_3H_7Cl	91.43	91.35 P.
28	» di allile	C_3H_5Cl	84.22	
29	Epicloridrina	C_3H_5OCl	87.11	87.29 T.
30	Clorobenzina	C_6H_5Cl	114.28	
31	Clorotoluene	$C_6H_4(CH_3)Cl$	134.91	
32	Cloruro di benzile	$C_6H_5—CH_2Cl$	133.47	
33	Alcool metilico	CH_3OH	42.71	42.1 K. 42.37 P.

			Volumi molecolari	Risultati di altri
			—	—
34	» etilico.	C_2H_5OH	62.18	62.0 K. 61.57 P.
35	» propilico	C_3H_7OH	81.28	81.34 P.
36	» isopropilico. . . .	C_3H_7OH	80.76	
37	» butilico.	C_4H_9OH	101.58	
38	» isobutilico	C_4H_9OH	101.63	101.99 P.
39	» allilico	C_3H_5OH	74.10	74.19 T. 73.9 Tollens.
40	» amilico	$C_5H_{11}OH$	122.74	122.7 P. 123.5 K.
41	Dimetiletilcarbinol. . . .	$(CH_3)_2C(C_2H_5)(OH)$	121.26	
42	Alcool caprilico	$C_8H_{17}OH$	191.29	
43	Metilexilchetone	$C_8H_{16}O$	186.64	
44	Acetone.	C_3H_6O	77.08	77.09 K. 76.78 T.
45	Furfurol	$C_5H_4O_2$	95.53	
46	Paraldeide	$C_3H_{12}O_3$	150.74	
47	Dimetilacetal.	$C_4H_{10}O_2$	110.81	
48	Dietilacetal.	$C_6H_{14}O_2$	159.90	
49	Acido butirrico	$C_4H_8O_2$	107.85	107.7 P.
50	» isobutirrico	$C_4H_8O_2$	108.57	106.6 K.
51	Anisol	$C_6H_5—OCH_3$	125.18	
52	Fenetol.	$C_6H_5—OC_2H_5$	148.50	
53	Formiato metilico	$C_2H_4O_2$	62.57	63.2 K.
54	» etilico	$C_3H_6O_2$	84.57	84.7 K.
55	» butilico	$C_5H_{10}O_2$	130.74	130.64 P.
56	» amilico	$C_6H_{12}O_2$	153.21	
57	Acetato metilico	$C_3H_6O_2$	83.66	83.5 K.
58	» etilico	$C_4H_8O_2$	105.70	107.2 K
59	Etere cloracetico.	$C_4H_7ClO_2$	123.09	
60	» dicloracetico. . . .	$C_4H_6Cl_2O_2$	143.44	
61	» tricloracetico . . .	$C_4H_5Cl_3O_2$	163.85	
62	Acetato propilico.	$C_5H_{10}O_2$	128.56	128.82 P.
63	» allilico.	$C_5H_8O_2$	121.37	
64	» butilico	$C_6H_{12}O_2$	152.51	
65	» amilico	$C_7H_{14}O_2$	174.59	
66	Propionato metilico . . .	$C_4H_8O_2$	104.24	
67	» etilico	$C_5H_{10}O_2$	127.83	128.10 P.
68	» propilico. . .	$C_6H_{12}O_2$	150.61	151.63 P.
69	» amilico. . . .	$C_8H_{16}O_2$	196.95	
70	Butirrato etilico	$C_6H_{12}O_2$	150.25	150.31 P. 149 K.
71	Isobutirrato etilico. . . .	$C_6H_{12}O_2$	150.68	151.7 P. 149.5 K.

LETTERATURA DELL' ARGOMENTO

E. Linnemann, Annalen 1872. Vol. 162 p. 39.
H. Schroeder, libretto separato 1844. § 57 (*Punti di ebollizione*).
H. Landolt, Annalen Supplement VI 129.
» » Poggendorffs Annalen 1864. Vol. 123 pag. 603.
L. Schreiner, Annalen 1879. Vol. 197 p. 1.
Jungfleisch, Comptes rendus 1867. T. 66 p. 911.
A. Baeyer, Berichte di Berlino 1877. p. 1286.
H. Kopp, Annalen 41, p. 79 e 169. 50,71. 92,1. 96,153,303.
» » Poggendorff 56,371. 63,311. 69,506.
» » Journal für practische Chemie 34,30.
H. Schroeder, *Sui volumi molecolari* 1843. libretto staccato.
» » Berichte di Berlino XIII 1560 XIV 15. 2516.
H. L. Buff, Annalen 1866 Suppl. 4. 143. Berichte 1871. 647. anche suo *Trattato di Chimica teorica* Erlangen 1866. p. 162.
E. Thorpe, Journ. Chemical Society 1880. Aprile Maggio Giugno.
B. Tollens, Annalen 1871. 158,104.
Brown F. D., Proceed. Royal Society 1877. Vol. 26 p. 238-247.
W. Ramsay, Journ. Chemical Society 1879 p. 463.
G. Vollmar, *Moderne Theorien d. Chemie di Lothar Meyer* p. 289.
I. W. Brühl, Annalen 200,139. 203,1. 203,255. 211,121.
I. Pierre, Annales de Chimie et de Physique 3me Serie.
Vol. 15 p. 325. 1847.
» 19 » 193. »
» 20 » 5. 1848.
» 21 » 336. »
» 31 » 118. 1851.
» 33 » 199. »
I. Pierre e Puchot, Comptes rendus 1870 1° sem. p. 240. 1871 1° sem. 379. 2° sem. 832. 1872 2° sem. 1440. 1872 2° sem.
Gladstone, Berichte 1870 pag. 247,369.
Lothar Meyer, *Sui volumi molecolari* Annalen 1867 Suppl. 5 p. 129.
Loschmidt, Resoconto dell'Accademia di Vienna 1865. Vol. 52 2a parte p. 395.
O. E. Meyer, *Teoria chinetica dei gaz* Breslavia 1877 p. 217.
Menschutkin, Berichte XII 2168.
Louginine, Comptes rendus 80 p. 568.
I. Thomsen, Berichte XIII 2166 XIV 1302 XV 328.
Erlenmeyer, Suo *Trattato* 1868 p. 307.

Sugli sforzi interni dei sistemi articolati.

Memoria dell'ing. M. GEBBIA

approvata per la stampa negli Atti dell'Accademia
nella seduta del 2 aprile 1882.

I.

1. In una precedente Memoria dal titolo: *Determinazione grafica degli sforzi interni nelle travature reticolari con aste sovrabbondanti* abbiam fatto conoscere i seguenti teoremi:

1° « Se a, b, c, ... l sono le lunghezze dei lati d'uno schema di travatura $\mathfrak{F}$
« con linee sovrabbondanti ed a', b', c' .... l' è una serie di rispettivi sforzi interni
« in equilibrio, si ha identicamente:

$$aa' + bb' + cc' + \dots + ll' = 0$$

2° « Se $F = 0$ è la relazione che ha luogo fra le lunghezze dei lati di una
« figura con una sola linea sovrabbondante, le derivate parziali della funzione F ri-
« spetto alle lunghezze stanno come i lati corrispondenti della figura reciproca, tenuto
« conto dei segni statici (cioè son proporzionali ad una serie di possibili sforzi interni
« in equilibrio) (¹) ».

In questa prima parte della presente Memoria, senza più preoccuparci del problema grafico, ch'era scopo della precedente, ci proponiamo di dare forme più generali a questi teoremi, i quali pur contengono notevoli proprietà dei sistemi articolati in equilibrio interno, accennando anche all'applicazione che si potrebbe farne al problema generale dei sistemi articolati elastici.

2. Il teorema 1° è estensibile ai sistemi articolati comunque disposti nello spazio, cioè si può dire in generale:

« Se a, b, c, ... l sono i lati di un sistema articolato qualunque con linee so-
« vrabbondanti, ed a', b', c', ... l', gli sforzi interni corrispondenti per una distri-
« buzione di tali sforzi compatibile con l'equilibrio interno, si ha identicamente:

$$aa' + bb' + cc' + \dots + ll' = 0.$$

Infatti, considerando la figura formata dagli assi geometrici delle aste del sistema, ed una qualsiasi distribuzione di sforzi interni nello stesso, si portino a partire da ciascun vertice segmenti, che rappresentino in grandezza, direzione e senso le reazioni dei lati, che vi metton capo, e poscia si projetti l'intera figura su tre piani ortogonali. Ciascuna projezione potrà riguardarsi come un sistema articolato piano con

(¹) V. Atti di questa r. Accademia, ser. 3ª, Mem. fis., vol. IX. 1881.

linee sovrabbondanti, nel quale si faranno equilibrio le forze interne rappresentate dalle projezioni delle forze interne del sistema obiettivo, onde per ciascun piano potrà applicarsi il teorema [1]. Segnando dunque con x, y, z le direzioni positive degli assi, secondo cui s'intersecano i tre piani, avremo:

$$aa' \operatorname{sen}^2 (ax) + bb' \operatorname{sen}^2 (bx) + \ldots + ll' \operatorname{sen}^2 (lx) = 0$$
$$aa' \operatorname{sen}^2 (ay) + bb' \operatorname{sen}^2 (by) + \ldots + ll' \operatorname{sen}^2 (ly) = 0$$
$$aa' \operatorname{sen}^2 (az) + bb' \operatorname{sen}^2 (bz) + \ldots + ll' \operatorname{sen}^2 (lz) = 0$$

da cui sommando, ed osservando che in generale

$$\operatorname{sen}^2 (ix) + \operatorname{sen}^2 (iy) + \operatorname{sen}^2 (iz) = 2$$

si perviene all'eguaglianza su indicata.

3. Dopo ciò il teorema 2° è estensibile al caso di un sistema articolato dello spazio e con una sola linea sovrabbondante, ragionando come abbiam fatto nella citata Memoria per dimostrarlo nel caso dei sistemi piani. Esso è inoltre compreso in un altro più generale relativo ai sistemi con più linee sovrabbondanti, ch'è il seguente.

4. « Siano

$$a_1, \ldots a_k, \ldots a_m$$

« i lati d'un sistema articolato con k linee sovrabbondanti, ed

$$(1) \qquad \left\{ \begin{array}{l} a_1^{(1)}, \ldots a_k^{(1)}, \ldots a_m^{(1)} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ a_1^{(k)}, \ldots a_k^{(k)}, \ldots a_m^{(k)} \end{array} \right.$$

« i corrispondenti sforzi interni per k distribuzioni diverse di tali sforzi, tutte com-
« patibili con l'equilibrio interno. Siano inoltre:

$$(2) \qquad F^{(1)} = 0, \ldots F^{(k)} = 0$$

« k relazioni distinte, cui debban verificare le lunghezze $a_1, \ldots a_m$, e si formino le
« due matrici

$$(M) \ldots \left\| \begin{array}{l} a_1^{(1)} \ldots a_k^{(1)} \ldots a_m^{(1)} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ a_1^{(k)} \ldots a_k^{(k)} \ldots a_m^{(k)} \end{array} \right\|, \qquad (N) \ldots \left\| \begin{array}{l} \frac{\partial F^{(1)}}{\partial a_1} \ldots \frac{\partial F^{(1)}}{\partial a_k} \ldots \frac{\partial F^{(1)}}{\partial a_m} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ \frac{\partial F^{(k)}}{\partial a_1} \ldots \frac{\partial F^{(k)}}{\partial a_k} \ldots \frac{\partial F^{(k)}}{\partial a_m} \end{array} \right\|$$

« I determinanti d'ordine k dell'una matrice saranno proporzionali agli analoghi de-
« terminanti dell'altra ».

[1] Se n indica il numero dei vertici della figura, k il numero dei suoi lati sovrabbondanti e k' il numero dei lati sovrabbondanti della projezione in un piano, si ha $k' = k + n - 3$, onde k' è sempre maggiore di k.

Infatti consideriamo i due sistemi di equazioni:

$$(3) \quad \begin{cases} a_1^{(1)} a_1 + \ldots + a_k^{(1)} a_k + \ldots + a_m^{(1)} a_m = 0 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ a_1^{(k)} a_1 + \ldots + a_k^{(k)} a_k + \ldots + a_m^{(k)} a_m = 0 \end{cases}$$

$$(4) \quad \begin{cases} \dfrac{\partial F^{(1)}}{\partial a_1} a_1 + \ldots + \dfrac{\partial F^{(1)}}{\partial a_k} a_k + \ldots + \dfrac{\partial F^{(1)}}{\partial a_m} a_m = 0 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \dfrac{\partial F^{(k)}}{\partial a_1} a_1 + \ldots + \dfrac{\partial F^{(k)}}{\partial a_k} a_k + \ldots + \dfrac{\partial F^{(k)}}{\partial a_m} a_m = 0. \end{cases}$$

Il primo dei quali si ottiene applicando il teorema del n. 2 per ciascun sistema di sforzi interni, ed il secondo avendo riguardo all'omogeneità delle funzioni $F^{(1)}, \ldots F^{(k)}$. Siccome fra le variabili $a_1, \ldots a_m$ non han luogo più di k relazioni distinte, i sistemi (3), (4) riguardati separatamente come condizioni che legano queste variabili, sono equivalenti ([1]). Si risolva ciascuno dei due sistemi per k qualunque fra queste variabili, per es. per le prime k, ed a tal uopo s'indichi con Δ il determinante della matrice (M):

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_1^{(1)} & \ldots & a_k^{(1)} \\ \ldots & \ldots & \ldots \\ \ldots & \ldots & \ldots \\ a_1^{(k)} & \ldots & a_k^{(k)} \end{vmatrix}$$

e con $\Delta_r^{(u)}$ $(r = 1, 2, \ldots k;\ u = k + 1, \ldots m)$ quello che si ottiene da Δ sostituendo invece della r^a colonna di (M) la u^a. Analogamente si ponga

$$D = \begin{vmatrix} \dfrac{\partial F^{(1)}}{\partial a_1} & \ldots & \dfrac{\partial F^{(1)}}{\partial a_k} \\ \ldots & \ldots & \ldots \\ \ldots & \ldots & \ldots \\ \dfrac{\partial F^{(k)}}{\partial a_1} & \ldots & \dfrac{\partial F^{(k)}}{\partial a_k} \end{vmatrix}$$

e si segnino con $D_r^{(u)}$ gli analoghi determinanti della matrice (N). Si avrà dai sistemi (3), (4) rispettivamente:

$$a_r = - \sum_u \frac{\Delta_r^{(u)}}{\Delta} a_u, \qquad a_r = - \sum_u \frac{D_r^{(u)}}{D} a_u,$$

([1]) Cfr. il capitolo II, n. 1.

le quali determinano le k variabili a_r come funzioni delle $m-k$ indipendenti a_u, e siccome per l'equivalenza dei sistemi (3), (4) queste funzioni debbono esser le stesse, sarà:

$$\frac{\Delta_r^{(u)}}{\Delta}=\frac{D_r^{(u)}}{D}.$$

Quest'eguaglianza contiene la dimostrazione del teorema circoscritta al rapporto fra due determinanti di ciascuna matrice, che differiscano per la sostituzione di una sola verticale.

In generale, se $r, s, t, \dots x$ son numeri della serie $1, 2, \dots k$, che individuano le verticali di un certo determinante Δ della matrice (M) o del corrispondente D della (N), ed $u, v, w \dots y$ sono numeri della serie de' rimanenti indici $k+1, \dots m$; e se s'indicano con $\Delta_{r,s,t,..x}^{(u,v,w,..y)}$, $D_{r,s,t,..x}^{u,v,w,..y}$ i determinanti che si ottengono rispettivamente da Δ, D sostituendo la r^a verticale con la u^a, la s^a con la v^a ecc., prese nelle rispettive matrici, il rapporto $\dfrac{\Delta_{r,s,t,..x}^{(u,v,w,..y)}}{\Delta}$ o l'altro analogo $\dfrac{D_{r,s,t,..x}^{(u,v,w,..y)}}{D}$ si possono prendere come tipi de' rapporti di due determinanti qualunque della matrice (M) o della (N). Or si ha:

$$\frac{\Delta_{r,s,t,..x}^{(u,v,w,..y)}}{\Delta}=\frac{\Delta_{r,s,t,..x}^{(u,v,w,..y)}}{\Delta_{s,t,..x}^{(v,w,..y)}}\cdot\frac{\Delta_{s,t,..x}^{(v,w,..y)}}{\Delta_{t,..x}^{(w,..y)}}\cdots\frac{\Delta_x^{(y)}}{\Delta},$$

$$\frac{D_{r,s,t,..x}^{(u,v,w,..y)}}{D}=\frac{D_{r,s,t,..x}^{(u,v,w,..y)}}{D_{s,t,..x}^{(v,w,..y)}}\cdot\frac{D_{s,t,..x}^{(v,w..y)}}{D_{t,..x}^{(w,..y)}}\cdots\frac{D_x^{(y)}}{D}.$$

I fattori analoghi di questi due prodotti, sono stati dimostrati uguali, onde si può inferirne:

$$\frac{\Delta_{r,s,t,..x}^{(u,v,w,..y)}}{\Delta}=\frac{D_{r,s,t,..x}^{(u,v,w,..y)}}{D},$$

che contiene la dimostrazione generale del teorema.

5. Il rapporto $\dfrac{D_r^{(u)}}{D}$ cangiato di segno, è una espressione della derivata parziale $\dfrac{\partial a_r}{\partial a_u}$, cui dà luogo il considerare le variabili $a_1, .. a_k$ come funzioni delle rimanenti $a_{k+1}, .. a_m$, onde:

$$\frac{D_r^{(u)}}{D}=\frac{\Delta_r^{(u)}}{\Delta}=-\frac{\partial a_r}{\partial a_u}$$

ed analogamente si ha in generale:

$$\frac{D_{r,s,t,..x}^{(u,v,w,..y)}}{D}=\frac{\Delta_{r,s,t..x}^{(u,v,w,..y)}}{\Delta}=\pm\frac{\partial a_r}{\partial a_u}\cdot\frac{\partial a_s}{\partial a_v}\cdot\frac{\partial a_t}{\partial a_w}\cdots\frac{\partial a_x}{\partial a_y}.$$

Però per ciascuna di queste ultime derivate parziali sono diverse le k fra le lunghezze $a_1, \dots a_m$ che si riguardano come funzioni delle rimanenti.

6. Il 2° teorema richiamato al n. 1 è un caso particolare di quello dimostrato al n. 4, da cui si ricava immediatamente facendo $k = 1$, ovvero nel modo che segue.

Si suppongano gli $m - k$ lati $a_{k+1}, \dots a_m$ talmente scelti, da formare una figura strettamente indeformabile Φ, determinando tutti i vertici del sistema. Allora uno qualunque a_r dei rimanenti lati $a_1, \dots a_k$ congiungerà due vertici di Φ, i quali son resi solidali mediante certi lati della stessa, e questi insieme con a_r formeranno una figura con una sola linea sovrabbondante $\mathfrak{f}_r$. Ciò posto, le k relazioni (2) possono essere sostituite da quelle relative a ciascuna delle figure $\mathfrak{f}_r$. Analogamente k sistemi di sforzi interni che si facciano equilibrio nelle k figure $\mathfrak{f}_r$ separatamente considerate, possono tener luogo de' k sistemi (1).

In questo caso nei determinanti Δ e D tutti gli elementi son nulli, tranne i i pricipali, e si ha quindi:

$$\Delta = a_1^{(1)} \cdot a_2^{(2)} \dots a_k^{(k)}$$

$$D = \frac{\partial F^{(1)}}{\partial a_1} \cdot \frac{\partial F^{(2)}}{\partial a_2} \dots \frac{\partial F^{(k)}}{\partial a_k};$$

è poi facile intendere che si avrà

$$\Delta_r^{(u)} = a_1^{(1)} \dots a_{r-1}^{(r-1)} \cdot a_u^{(r)} \cdot a_{r+1}^{(r+1)} \dots a_k^{(k)}$$

$$D_r^{(u)} = \frac{\partial F^{(1)}}{\partial a_1} \dots \frac{\partial F^{(r-1)}}{\partial a_{r-1}} \cdot \frac{\partial F^{(r)}}{\partial a_u} \cdot \frac{\partial F^{(r+1)}}{\partial a_{r+1}} \dots \frac{\partial F^{(k)}}{\partial a_k},$$

onde:

$$\frac{\Delta_r^{(u)}}{\Delta} = \frac{a_u^{(r)}}{a_r^{(r)}}, \qquad \frac{D_r^{(u)}}{D} = \frac{\dfrac{\partial F^{(r)}}{\partial a_u}}{\dfrac{\partial F^{(r)}}{\partial a_r}},$$

epperò:

$$\frac{a_u^{(r)}}{a_r^{r}} = \frac{\dfrac{\partial F^{(r)}}{\partial a_u}}{\dfrac{\partial F^{(r)}}{\partial a_r}},$$

la quale contiene il teorema per la figura con una linea sovrabbondante $\mathfrak{f}_r$.

7. Se un sistema articolato elastico con k linee sovrabbondanti è sollecitato da forze esterne note, agenti sui suoi vertici ed in equilibrio, le k equazioni, che insieme a quelle fornite dalla statica determinano gli sforzi interni delle aste, sono:

$$(5) \quad \begin{cases} \dfrac{\partial F^{(1)}}{\partial a_1} \dfrac{a_1 t_1}{e_1 \omega_1} + \dots + \dfrac{\partial F^{(1)}}{\partial a_m} \dfrac{a_m t_m}{e_m \omega_m} = 0 \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ \dfrac{\partial F^{(k)}}{\partial a_1} \dfrac{a_1 t_1}{e_1 \omega_1} + \dots + \dfrac{\partial F^{(k)}}{\partial a_m} \dfrac{a_m t_m}{e_m \omega_m} = 0 \end{cases}$$

in cui t_i, e_i, ω_i rappresentano lo sforzo interno, il coefficiente di elasticità e la sezione dell'asta di lunghezza a_i. Or queste equazioni sono sostituibili con le altre:

$$(6) \quad \begin{cases} a_1^{(1)} \dfrac{a_1 t_1}{e_1 \omega_1} + \ldots + a_m^{(1)} \dfrac{a_m t_m}{e_m \omega_m} = 0 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ a_1^{(k)} \dfrac{a_1 t_1}{e_1 \omega_1} + \ldots + a_m^{(k)} \dfrac{a_m t_m}{e_m \omega_m} = 0. \end{cases}$$

Infatti per determinare le t si potrebbero anzitutto risolvere le equazioni (5) per k qualunque fra le incognite, per es. per le $t_1, .. t_k$, onde si avrebbe

$$t_r = -\sum_u \frac{P_r^{(u)}}{P} \cdot \frac{D_r^{(u)}}{D} \cdot t_u$$

in cui $P = \dfrac{a_1 \ldots a_k}{e_1 .. e_k . \omega_1 .. \omega_k}$ e le $P_r^{(u)}$ si ottengono da P cangiando gl'indici r in u. Questi valori t_r ove si sostituissero nelle equazioni della statica le ridurrebbero a contenere le sole $m-k$ incognite t_u. Or le espressioni t_r, per il teorema precedente, possono anche scriversi così:

$$t_r = -\sum_u \frac{P_r^{(u)}}{P} \cdot \frac{\Delta_r^{(u)}}{\Delta}$$

e sotto questa forma si otterrebbero direttamente dalle equazioni (6).

8. Queste equazioni sono più generali di quelle, che nella citata Memoria ci servirono a compiere graficamente la ricerca degli sforzi interni nelle travature reticolari elastiche con aste sovrabbondanti, e si possono facilmente ridurre a quelle, stabilendo i k sistemi di valori (1) nel modo particolare indicato al n. 6.

Anche nella forma più generale potrebbero le equazioni (6) servire a risolvere graficamente lo stesso problema; sia nel caso dei sistemi piani, costruendo coi metodi della statica grafica k sistemi di sforzi interni in equilibrio nella sola travatura, i quali ci fornirebbero i coefficienti (1); sia nel caso dei sistemi dello spazio, facendo le analoghe operazioni in due piani ortogonali, su cui si projettasse il sistema articolato coi metodi della geometria descrittiva.

Però in questa forma più generale il processo grafico si presenta molto più complicato, senza offrire in compenso alcun vantaggio pratico. Ed è anche da notare come nel caso di una figura piana, con una sola linea sovrabbondante, si ottenga un sistema di sforzi interni in equilibrio costruendo la reciproca, mentre per figure con più linee sovrabbondanti ciò non avvenga, e sia necessario ricorrere alla ripetizione di alcuni segmenti.

9. Molto più importante per la pratica è l'applicazione che può farsi delle equazioni (6) per risolvere il problema sudetto in modo analitico. Infatti le equazioni della statica, in numero di $m-k$, sono lineari nelle t, ed i termini indipendenti da queste grandezze sono le componenti delle forze esterne. Se quindi nelle stesse si sostituiscono con zero i termini noti, se ne ottiene un sistema di altrettante equazioni lineari omogenee fra le t, che allora potremmo indicare per distinzione con un'altra lettera τ. Ogni sistema delle τ, che soddisfa a queste costituisce una possibile

distribuzione di sforzi interni nella semplice travatura, cioè uno dei sistemi di coefficienti (1). Per ottenere questi ultimi basta dunque assegnare in k modi diversi ed arbitrarî i valori di k variabili τ, e poi risolvere le sudette equazioni lineari omogenee per le rimanenti $m-k$, onde ottenere i coefficienti delle equazioni addizionali a quelli della statica. Laonde per riguardo alla pratica la forma (6) delle equazioni addizionali è di gran lunga preferibile alla (5) proposta dal Levy, come quella che permette di evitare la conoscenza delle k equazioni (2).

II.

1. Fin qui abbiam dato forme più generali a due teoremi già enunciati nella nostra Memoria *Determinazione grafica degli sforzi interni,* ecc., e ciò abbiam voluto fare seguendo i metodi quivi iniziati, affinchè la presente Memoria potesse costituire un seguito naturale della prima.

Ci sembra però che la lettura di quanto precede debba lasciare nello spirito qualche dubbio e qualche desiderio. Ed in primo lungo, la dimostrazione del teorema 1° è un'estensione di quella esposta nella precedente Memoria e fondata sulla teoria geometrica delle coppie. Or siccome l'ulteriore sviluppo dell'argomento è di carattere analitico, è desiderabile che lo stesso teorema si dimostri analiticamente. Inoltre non possiamo disconfessare che la dimostrazione del teorema 2° debba indurre qualche ripugnanza in uno spirito rigoroso, dappoichè dal dovere le m variabili $a_1, \ldots a_m$ esser legate da k equazioni distinte, non consegue rigorosamente l'equivalenza dei due sistemi d'equazioni (3), (4), mentre i coefficienti di queste sono funzioni delle variabili stesse. Finalmente la nuova forma (6), sotto cui si presentano le equazioni addizionali relative ai sistemi articolati elastici con aste sovrabbondanti, fa desiderare un confronto fra il metodo che ne deriva per la determinazione degli sforzi interni, e gli altri metodi fin oggi proposti.

Coteste lacune ci proponghiamo di riempire in questo secondo capitolo della Memoria. In essa, ripigliando l'argomento, dimostreremo analiticamente il teorema 1°, e ne faremo un'altra estensione relativa al caso che vi siano forze esterne. Al teorema 2° perverremo indirettamente dimostrando la proporzionalità dei determinanti delle matrici (M), (N) con quelli di una terza matrice. In coteste proporzionalità consiste appunto l'equivalenza dei diversi metodi coi quali si perviene alla determinazione degli sforzi interni nei sistemi elastici.

Finalmente mostreremo come dalla forma (6) delle equazioni addizionali, da noi proposta, sorga una dimostrazione del teorema del *minimo lavoro di deformazione* già enunciato dal sig. generale Menabrea, e dimostrato in diversi modi anche da altri [1]. La nostra dimostrazione avrà due vantaggi sulle precedenti: 1° quello di essere elementare, cioè di non richiedere il sussidio dell'analisi infinitesimale; 2° di mostrare che si è nel caso di un *minimo*, e non di un *massimo*, la qual distinzione non si può trarre dal solo criterio della differenziale prima da altri seguìto.

[1] V. Menabrea, *Etude de statique physique.* Memorie dell'Accademia delle scienze di Torino, e dello stesso autore: *Sulla determinazione delle tensioni e delle pressioni nei sistemi elastici.* Atti di questa r. Acc. ser. 2ª, vol. II. 1874-75. — Castigliano, *Théorie de l'équilibre des systèmes élastiques.* Turin. — Cerruti, *Sopra un teorema del signor Menabrea.* Atti di questa r. Acc. vol. cit.

2. Consideriamo un sistema articolato con n vertici, che indichiamo coi numeri 1, 2,... n e segnamo con x_p, y_p, z_p le coordinate del vertice p rispetto ad un sistema d'assi ortogonali. Sia a_{pq} la lunghezza dell'asta congiungente i vertici p, q, onde si avrà:

$$a_{pq} = \sqrt{(x_q - x_p)^2 + (y_q - y_p)^2 + (z_q - z_p)^2}.$$

Supponiamo che il numero delle aste sia $3n - 6 + k$, ove k rappresenti un numero positivo, cioè che il sistema contenga k aste sovrabbondanti, onde potremo ammettere che sia già sottoposto a sforzi interni in equilibrio. In questo caso, detto τ_{pq} lo sforzo cui soggiace l'asta a_{pq}, ed α_{pq}, β_{pq}, γ_{pq} gli angoli che questa forma coi tre assi, le equazioni esprimenti l'equilibrio del vertice p sono:

$$(1) \qquad \begin{cases} \sum_q \tau_{pq} \cos \alpha_{pq} = 0, \\ \sum_q \tau_{pq} \cos \beta_{pq} = 0, \\ \sum_q \tau_{pq} \cos \gamma_{pq} = 0, \end{cases}$$

in cui le somme s'intendono estese a tutti i vertici q che siano congiunti mediante aste col vertice p.

Scrivendo le analoghe per tutti i vertici si ottengono $3n$ equazioni, le quali però non son tutte distinte, poichè con opportune e note combinazioni ne risultano sei distinte identità. Il sistema (1) è quindi riducibile a $3n - 6$ equazioni distinte, il che può farsi escludendo le tre equazioni relative al vertice 1, le prime due relative al vertice 2 e la prima relativa al vertice 3. In seguito intenderemo per sistema (1) quello delle $3n - 6$ equazioni così scelte.

3. Riprendiamo l'espressione di a_{pq} ed osserviamo che, moltiplicando e dividendo per il radicale stesso, ed avuto inoltre riguardo alle eguaglianze:

$$\cos \alpha_{pq} = - \cos \alpha_{qp} = \frac{x_q - x_p}{a_{pq}}, \quad \cos \beta_{pq} = - \cos \beta_{qp} = \frac{y_q - y_p}{a_{pq}},$$
$$\cos \gamma_{pq} = - \cos \gamma_{qp} = \frac{z_q - z_p}{a_{pq}},$$

essa può scriversi

$$(2) \qquad a_{pq} = (x_q - x_p) \cos \alpha_{pq} + (y_q - y_p) \cos \beta_{pq} + (z_q - z_p) \cos \gamma_{pq}$$

Le analoghe equazioni di numero $3n - 6 + k$, relative a tutti i lati, legano le $3n$ coordinate dei vertici del sistema con le lunghezze de' suoi lati e coi coseni delle inclinazioni di questi co' tre assi.

Or siccome c' importa considerare solamente la forma del sistema, e non la sua posizione assoluta nello spazio, senza nulla togliere alla generalità di queste equazioni, possiamo porre:

$$x_1 = y_1 = z_1 = x_2 = y_2 = z_3 = 0$$

il che equivale ad un' opportuna scelta degli assi di coordinate o ad un opportuno spostamento di tutto il sistema nello spazio. In tal guisa il numero delle coordinate che entrano nel sistema (2) è ridotto a $3n - 6$. In seguito per sistema (2) intenderemo quello delle equazioni (2) così formate.

4. È per noi di fondamentale importanza la forma dei due sistemi di equazioni (1), (2) ed a fin di porla meglio in evidenza ci conviene cambiar di notazione. Invero il sistema (1) lega le $3n - 6 + k$ variabili τ_{pq} mediante equazioni lineari con coefficienti $\cos\alpha_{pq}$, $\cos\beta_{pq}$, $\cos\gamma_{pq}$, ed il sistema (2) esprime le $3n - 6 + k$ grandezze a_{pq} nelle $3n - 6$ x_p y_p z_p mediante funzioni lineari, ove coefficienti sono gli stessi coseni. Le equazioni di entrambi i sistemi sono incomplete. Or conviene scriverle sotto forma completa affiggendo alle variabili che mancano coefficienti, cui si attribuisca il valor zero.

Ciò facendo, si assumano certi ordini, sì per le variabili che per le equazioni. Per esempio, ordinando il sistema (1), si scrivano prima le equazioni relative al vertice 1 ed ai tre assi x, y, z successivamente; lo stesso si faccia pei vertici 2, 3, . . n nell'istesso ordine, e quindi si sopprimano sei equazioni nel modo indicato al n. 2. Si stabilisca un certo ordine per le combinazioni pq, per esempio quelle dei prodotti crescenti; si sostituiscano alle combinazioni così ordinate i numeri 1, 2, . . . m, il che implica $m = 3n - 6 + k$, e si facciano succedere in quest'ordine le τ_{pq}, che quindi segneremo con $\tau_1, \ldots \tau_m$. Subordinatamente nel sistema (2) si facciano succedere le equazioni secondo il sudetto ordine delle combinazioni di indici nelle a_{pq}, che quindi segneremo con $a_1, \ldots a_m$; si prendano le variabili nell'ordine $x_1, y_1, z_1, x_2, \ldots z_n$, e poi, soppresse quelle il cui valore è zero, come fu detto al n. 3, si scriva invece delle altre ordinatamente $\varkappa_1, \varkappa_2, \ldots \varkappa_{m-k}$.

Con questi intendimenti possiamo scrivere i due sistemi (1), (3) come segue:

$$(3)\qquad \left\{\begin{array}{l} A_{1,1}\,\tau_1 \quad + \ldots + A_{1m}\tau_m = 0 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ A_{m-k,1}\,\tau_1 + \ldots + A_{m-k,m}\,\tau_m = 0 \end{array}\right.$$

$$(4)\qquad \left\{\begin{array}{l} a_1 = A_{1,1}\,\varkappa_1 + \ldots + A_{m-k,1}\,\varkappa_{m-k} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ a_m = A_{1m}\,\varkappa_1 + \ldots + A_{m-k,m}\,\varkappa_{m-k} \end{array}\right.$$

dove i coefficienti A che non sono zero, stanno invece dei coseni degli angoli formati dalle aste del sistema coi tre assi.

La matrice formata coi coefficienti A del sistema (3) è la stessa di quella formata cogli stessi coefficienti del sistema (4), se non che le orizzontali vi son mutate in verticali e viceversa. È questa la proprietà fondamentale dei due sistemi (1), (2) alla quale accennavamo dianzi, e che crediamo non sia stata finora esplicitamente notata.

5. Dalla suddetta proprietà scaturisce immediatamente la dimostrazione del teorema espresso al n. 2, cap. I. Infatti moltiplicando le (3) rispettivamente per $\varkappa_1, \ldots \varkappa_{m-k}$, sommando e tenendo presenti le (4), risulta:

$$a_1\,\tau_1 + a_2\,\tau_2 + \ldots + a_m\,\tau_m = 0.$$

6. Si suppongano agire sui vertici del sistema forze esterne in equilibrio e s'indichino con X_p, Y_p, Z_p le componenti secondo i tre assi della forza applicata al vertice p. Allora le identità che risultano dalla combinazione delle equazioni (1)

sono sostituite dalle sei condizioni d'equilibrio di queste forze in un sistema rigido, e le equazioni distinte che legano le forze interne si riducono sempre a $3n - 6$. In tal caso si segnino con $t_1, t_2, \ldots, t_m$ le forze interne per distinguerle da quelle relative al caso precedente. Si scrivano le X_p, Y_p, Z_p nell'ordine $X_1, Y_1, Z_1, X_2, \ldots Z_n$, e poi soppresse le $X_1, Y_1, Z_1, X_2, Y_2, X_3$ si scrivano $H_1, \ldots H_{m-k}$ invece delle rimanenti. Le equazioni d'equilibrio prendono la forma:

$$(5) \quad \begin{cases} A_{11}\, t_1 + \ldots + A_{1m}\, t_m = H_1 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ A_{m-k,1}\, t_1 + \ldots + A_{m-k}\, t_{m-k} = H_{m-k}. \end{cases}$$

Sommando queste rispettivamente moltiplicate per $\varkappa_1, \ldots \varkappa_{m-k}$ si ottiene

$$a_1\, t_1 + \ldots + a_m\, t_m = H_1\, \varkappa_1 + \ldots + H_m\, \varkappa_m$$

cioè:

$$a_1\, t_1 + \ldots + a_m\, t_m = \sum_p (X_p\, x_p + Y_p\, y_p + Z_p\, z_p)\,,$$

la quale contiene un'estensione del teorema sudetto.

L'espressione che costituisce il secondo membro di questa eguaglianza è stata distinta col nome di *momento di fuga (Fliehmomente)*, ovvero, presa col segno —, col nome di *viriale* del sistema di forze rispetto all'origine [1]. Dippiù se alle tensioni o compressioni si sostituiscono le azioni che ne risultano sui vertici riguardate come forze interne, il primo membro esprime il viriale di queste forze. L'equazione precedente ci dice dunque che il viriale delle forze esterne è uguale, ma di segno contrario a quello delle interne, cioè che il viriale dell'insieme di tutte le forze agenti nei vertici del sistema è uguale a zero, il che per altro è naturale. È importante osservare che invertendo questi ragionamenti, si potrebbe ottenere il teorema in discorso come una conseguenza della teoria del viriale. Ci sembra però che il processo da noi adottato ponga in maggior luce la quistione sotto il riguardo algebrico.

È noto poi come, nel caso dei sistemi piani, facendo ruotare una forza di 90° nel senso negativo del piano ed intorno al suo punto d'applicazione, il suo viriale si trasformi nel momento rispetto al centro dei viriali. La dimostrazione da noi data al n. 4 della citata Memoria si fonda appunto su questo concetto.

7. Si suppongano spostati per distanze piccolissime gli n punti del sistema, e siano ξ_p, η_p, ζ_p gl'incrementi piccolissimi delle coordinate x_p, y_p, z_p, e λ_{pq} l'incremento che subisce la lunghezza a_{pq}. Trascurando i termini piccolissimi d'ordine superiore al primo, abbiamo:

$$\lambda_{pq} = (\xi_q - \xi_p) \cos \alpha_{pq} + (\eta_q - \eta_p) \cos \beta_{pq} + (\zeta_q - \zeta_p) \cos \gamma_{pq}$$

Questa formola si otterrebbe direttamente dalla (2) differenziando e riguardando $\cos \alpha_{pq}$ ecc. come costanti, il che vuol dire che per ispostamenti piccolissimi, quali sempre ne supporremo, i coseni delle inclinazioni delle aste cogli assi si possono riguardare come costanti [2].

[1] V. Schell, *Theorie der Bewegung und der Kräfte.* 1880. II. Bd. pag. 266 e seg.

[2] Ciò, per altro, si trova direttamente dimostrato nelle cit. op. del Cerruti e del Castigliano.

Analogamente a quanto fu detto al n. 3, siccome a noi non serve considerare, che la deformazione del sistema, possiamo, senza perdere in generalità supporre

$$\xi_1 = \eta_1 = \zeta_1 = \xi_2 = \eta_2 = \xi_3 = 0$$

Ciò posto, le equazioni del precedente tipo esprimono i $3n - 6 + k$ incrementi λ_{pq} come funzioni lineari de' $3n - 6$ incrementi ξ_p, η_p, ζ_p, ove i coefficienti sono i coseni $\cos \alpha_{pq}$ ecc. e con ragionamenti analoghi a quelli fatti al n. 4 le sudette equazioni possono scriversi

$$(6) \qquad \left\{ \begin{array}{l} \lambda_1 = A_{11}\, \chi_1 + \ldots + A_{m-k,1}\, \chi_{m-k} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \lambda_m = A_{m1}\, \chi_1 + \ldots + A_{m-k,m}\, \chi_{m-k} \end{array} \right.$$

in cui le $\chi_1, \ldots \chi_{m-k}$ stanno invece delle ξ_p, η_p, ζ_p prese nell'ordine prestabilito.

Eliminando le χ fra le equazioni (6) si perverrà a k equazioni fra le A e le λ. Queste si possono ottenere riunendo le ultime $m - k$ equazioni (6) con ciascuna delle prime k ed esprimendo le eliminate che ne risultano sotto forma di determinanti, i quali si possono poi sviluppare per le λ. A tal uopo si consideri la matrice

$$(P) \qquad \left\| \begin{array}{cccc} A_{11} \ldots & A_{1k} & A_{1k+1} \ldots & A_{1m} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ A_{m-k,1} \ldots & A_{m-k,k} & A_{m-k,k+1} \ldots & A_{m-k,m} \end{array} \right\|$$

e s'indichi con Θ il determinante, che supponiamo non essere nullo:

$$\Theta = \left| \begin{array}{cc} A_{1,k+1} \ldots & A_{1m} \\ \ldots & \ldots \\ \ldots & \ldots \\ A_{m-k,k+1} \ldots & A_{m-k,m} \end{array} \right|$$

e con $\Theta_u^{(r)}$ $(r = 1, \ldots k;\ u = k + 1, \ldots m)$ quello che si ottiene da Θ sostituendo la u^a colonna con la r^a della matrice (P). Le sudette equazioni sono:

$$(7) \qquad \left\{ \begin{array}{l} \lambda_1\, \Theta + \lambda_{k+1}\, \Theta_{k+1}^{(1)} + \lambda_{k+2}\, \Theta_{k+2}^{(1)} + \ldots + \lambda_m\, \Theta_m^{(1)} = 0 \\ \lambda_2\, \Theta + \lambda_{k+1}\, \Theta_{k+1}^{(2)} + \lambda_{k+2}\, \Theta_{k+2}^{(2)} + \ldots + \lambda_m\, \Theta_m^{(2)} = 0 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \lambda_k\, \Theta + \lambda_{k+1}\, \Theta_{k+1}^{(k)} + \lambda_{k+2}\, \Theta_{k+2}^{(k)} + \ldots + \lambda_m\, \Theta_m^{(k)} = 0. \end{array} \right.$$

In queste equazioni le Θ sono funzioni dei coseni degli angoli formati dalle aste del sistema cogli assi. Se a questi si sostituissero le loro espressioni nelle lunghezze delle aste, le (7) si trasformerebbero nelle equazioni differenziali, le cui primitive sarebbero quelle che legano le lunghezze stesse. Or ciascuna delle (7) contiene le $m - k$ differenziali indipendenti $\lambda_{k+1}, \ldots \lambda_m$ insieme ad una delle altre $\lambda_1, \ldots \lambda_k$, per cui, ove s'intenda per $\dfrac{\partial a_r}{\partial a_u}$ la derivata parziale risultante dal riguardare le

variabili a_u come indipendenti e le a_r come funzioni di queste, si avrà dalle (7):

$$\frac{\Theta_u^{(r)}}{\Theta} = -\frac{\partial a_r}{\partial a_u}.$$

Ovvero richiamando le notazioni del cap. I n. 5:

$$\frac{\Theta_u^{(r)}}{\Theta} = \frac{D_r^{(u)}}{D}, \tag{8}$$

ch'esprime la proporzionalità dei determinanti delle due matrici (P), (N).

8. Siano

$$\begin{array}{c} a_1^{(1)}, \dots a_m^{(1)} \\ \dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots \\ a_1^{(k)}, \dots a_m^{(k)} \end{array}$$

k sistemi di valori, che sostituiti per le $\tau_1, \dots \tau_m$ nelle equazioni (3) le soddisfino. Moltiplicando ordinatamente le m equazioni (6) per gli m termini di ciascuno di questi sistemi e sommando, si ha per la sudetta ipotesi:

$$\left\{\begin{array}{l} a_1^{(1)} \lambda_1 + \dots + a_m^{(1)} \lambda_m = 0 \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ a_1^{(k)} \lambda_1 + \dots + a_m^{(k)} \lambda^m = 0. \end{array}\right. \tag{9}$$

Cotesto modo di ottenere le (9) è in fondo uno speciale processo di eliminazione delle χ fra le (6), onde le (9), considerate come equazioni che legano le λ, non sono distinte dalle (7). Perciò, risolvendo le (9) per $\lambda_1, \dots \lambda_k$, si esprimeranno queste nelle $\lambda_{k+1}, \dots \lambda_m$ come funzioni, i cui coefficienti si potranno eguagliare e quelli forniti dalle (7). Or dalle (9), richiamando le notazioni del cap. I n. 4, si trae:

$$\begin{array}{l} \lambda_1 \Delta + \lambda_{k+1} \Delta_1^{(k+1)} + \lambda_{k+2} \Delta_1^{(k+2)} + \dots + \lambda_m \Delta_1^{(m)} = 0 \\ \lambda_2 \Delta + \lambda_{k+1} \Delta_2^{(k+1)} + \lambda_{k+2} \Delta_2^{(k+2)} + \dots + \lambda_m \Delta_2^{(m)} = 0 \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ \lambda_k \Delta + \lambda_{k+1} \Delta_k^{(k+1)} + \lambda_{k+2} \Delta_k^{(k+2)} + \dots + \lambda_m \Delta_k^{(m)} = 0, \end{array}$$

onde risulta:

$$\frac{\Theta_u^{(r)}}{\Theta} = \frac{\Delta_r^{(u)}}{\Delta}, \tag{10}$$

ch'esprime la proporzionalità dei determinanti delle due matrici (P), (M).

Per le (8), (10), si ha poi

$$\frac{\Delta_r^{(u)}}{\Delta} = \frac{D_r^{(u)}}{D},$$

la quale rappresenta il teorema del n. 4, cap. I.

L'estensione delle formole (8), (10) ad esprimere le proporzionalità fra due determinanti qualunque delle rispettive matrici può farsi come al n. 4, cap. I.

9. L'eguaglianza (10) fornisce un teorema d'algebra già dimostrato da Clebsch e da D'Ovidio, ch'è il seguente:

« Dato un sistema di $m-k$ equazioni lineari omogenee con m incognite (3), « se si considera: 1° la matrice (P) de' coefficienti, 2° la matrice (M) formata di « k soluzioni arbitrarie; i determinanti d'ordine $m-k$ della prima son proporzionali « a quelli d'ordine k della seconda, che sarebbero i loro minori complementari nel « determinante d'ordine m formato sovrapponendo le due matrici [1] ».

10. L'equivalenza delle diverse forme, sotto cui si son presentate le equazioni addizionali nel problema de' sistemi articolati elastici risiede nelle proporzioni

$$\frac{\Theta_u^{(r)}}{\Theta}=\frac{D_r^{(u)}}{D}=\frac{\Delta_r^{(u)}}{\Delta}.$$

Siccome in questo problema le forze interne si ammettono proporzionali agli incrementi di lunghezza, si deve porre:

$$\lambda_i=\frac{t_i}{\varepsilon_i}, \tag{11}$$

ove s'intenda $\varepsilon_i=\dfrac{e_i\,\omega_i}{a_i}$.

Il processo più naturale per ottenere le richieste equazioni è quello di sostituire questi valori di λ_i nelle (7). Un altro metodo, seguìto dal Levy, consiste nel sostituirli invece nelle equazioni:

$$\frac{\partial F^{(1)}}{\partial a_1}\lambda_1+\ldots+\frac{\partial F^{(1)}}{\partial a_m}\lambda_m=0\,,$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$\frac{\partial F^{(k)}}{\partial a_1}\lambda_1+\ldots+\frac{\partial F^{(k)}}{\partial a_m}\lambda_m=0\,,$$

onde si perviene alle (5) del cap. I [2]. Il terzo metodo, qui da noi proposto, si ottiene sostituendo gli stessi valori di λ_i nelle equazioni (9), onde nascono le (6) del cap. I. A queste tre forme delle equazioni addizionali corrispondono i tre tipi di determinanti Θ, D, Δ.

10. Finalmente si è proposto di ottenere nei casi particolari le equazioni addizionali servendosi del teorema del *minimo lavoro* di deformazione, elevato a principio [3]. Dalla forma (6) del cap. I da noi proposta per queste equazioni sorge una dimostrazione semplicissima del teorema sudetto, ch'è la seguente.

[1] V. Clebsch, *Ueber eine Fundamentalaufgabe der Invariantentheorie*. Abhand. der k. Gesellsch. zu Göttingen, Bd XVII, 1872, § 2. — D'Ovidio, *Ricerche sui sistemi indeterminati d'equazioni lineari*. Atti della r. Acc. delle scienze di Torino, anno 1876-77.

[2] V. Levy, *La statique graphique*, pag. 250.

[3] Vogliamo qui riprodurre la dimostrazione di questo teorema data dal sig. gen. Menabrea nella sua Memoria *Etude de statique physique* perchè riteniamo che le nostre notazioni somministrino maggior chiarezza al congegno algebrico della stessa.

Si pongano le equazioni della statica nella forma (5), e poi si differenziino riguardando come

Si considerino due sistemi di valori

$$t_1, \ldots t_m$$
$$t'_1, \ldots t'_m$$

entrambi soddisfacenti alle equazioni della statica, che supponiamo scritte nella forma:

$$(5)\quad \begin{cases} A_{11}\, t_1 \quad + \ldots + A_{1m}\, t_m = H_1 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ A_{m-k,1}\, t_1 + \ldots + A_{m-k,m}\, t_m = H_{m-k}. \end{cases}$$

Sottraendo le identità derivanti dalle sostituzioni, si ottengono le altre:

$$A_{11}\,(t_1 \quad - t'_1) + \ldots + A_{1m}\,(t_m \quad - t'_m) = 0,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$A_{m-k,1}\,(t_1 - t'_1) + \ldots + A_{m-k,m}\,(t_m - t'_m) = 0,$$

le quali mostrano come le differenze $t_1 - t'_1, \ldots t_m - t'_m$ costituiscano un sistema di valori delle $\tau_1, \ldots \tau_m$ soddisfacenti alle equazioni (3), cioè insegnano (ciò che a noi serve di lemma), che: « Se in un sistema articolato con linee sovrabbondanti, nei « cui vertici agiscano forze esterne equilibrate, si considerano due sistemi di sforzi « interni, entrambi compatibili con l'equilibrio, le differenze fra gli sforzi di ciascun « pezzo costituiscono un sistema di sforzi, che si farebbero equilibrio interno nel « solo sistema articolato ».

Ciò posto, siano $t_1, \ldots t_m$ valori soddisfacenti alle equazioni (5). Altri valori siffatti possono scriversi sotto la forma $t_1 + \tau_1, \ldots, t_m + \tau_m$, ove $\tau_1, \ldots \tau_m$ soddisfacciano alle equazioni (3).

Il lavoro di deformazione per il primo sistema di sforzi sarebbe:

$$L = \tfrac{1}{2}\,\Sigma\,\frac{t^2}{\varepsilon}$$

e per il secondo

$$L' = \tfrac{1}{2}\,\Sigma\,\frac{(t+\tau)^2}{\varepsilon},$$

onde

$$L' - L = \Sigma\,\frac{t\tau}{\varepsilon} + \tfrac{1}{2}\,\Sigma\,\frac{\tau^2}{\varepsilon}.$$

costanti le H, che rappresentano le componenti delle forze esterne, e come tali anche i coefficienti A per l'osservazione fatta al n. 7. Si otterrà:

$$A_{11}\, dt_1 \quad + \ldots + A_{1m}\, dt_m = 0$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$A_{m-k,1}\, dt_1 + \ldots + A_{m-k,m}\, dt_m = 0$$

Moltiplicando queste, rispettivamente, per $\chi_1, \ldots, \chi_{m-k}$, sommando ed avendo riguardo alle eguaglianze (6), (11), si ha:

$$\frac{t_1\, dt_1}{\varepsilon_1} + \ldots + \frac{t_m\, dt}{\varepsilon_m} = \Sigma\,\frac{t\, dt}{\varepsilon} = 0$$

cioè:

$$d\,.\,\Sigma\,\frac{t^2}{2\varepsilon} = 0$$

Se i primi sforzi son quelli che veramente si stabiliscono per la condizione d'elasticità, essi soddisfano alle equazioni addizionali (6) del cap. I, e siccome i coefficienti di queste sono k sistemi di valori arbitrariamente scelti fra gl'infiniti che rispondono alle (3), si ha:

$$\Sigma \frac{t\tau}{\varepsilon} = 0,$$

epperò rimane

$$L' - L = \tfrac{1}{2} \Sigma \frac{\tau^2}{\varepsilon}.$$

Tutti i termini di questa somma sono essenzialmente positivi, onde per qualunque sistema di sforzi, diverso dal reale, il lavoro di deformazione elastica sarebbe maggiore, che per quest'ultimo sistema.

Sulla lunghezza di una o più scintille elettriche di un condensatore e sulle modificazioni che esse subiscono per effetto delle varie resistenze introdotte nel circuito di scarica.

VII. Memoria del Socio corrisp. E. VILLARI

letta nella seduta del 5 marzo 1882.

(Con due tavole)

Le lunghezze e le dimensioni di una o più scintille della scarica di un condensatore, oltrechè dalla natura e stato elettrico di questo, dipendono da svariate altre circostanze sperimentali. E sebbene moltissime indagini sieno state eseguite dai fisici intorno alle scintille, pure sempre riman molto ancora da investigare; perciò non sarà inutile di esporre i risultati principali di alcune mie esperienze eseguite ultimamente su codeste scintille. E per rendere la mia esposizione più facile, la dividerò in due parti o capitoli; nella prima discorrerò delle lunghezze di una o due scintille generate contemporaneamente dalla scarica di un condensatore, e nella seconda parlerò degli effetti prodotti dalle varie resistenze sulle dimensioni delle scintille eccitatrici dei medesimi.

PARTE PRIMA

Sulla lunghezza di una o due scintille di un condensatore.

Quando si scarica una bottiglia con un eccitatore, la scintilla *eccitatrice* che contro questo si produce varia nelle sue dimensioni, per la carica del condensatore, pel gas nel quale essa balena e per la forma degli elettrodi da quali essa scatta. Le più lunghe si producono fra le punte; ed io avendo voluto sperimentare su lunghe scintille le facevo scattare fra gli estremi di fili di platino grossi 1^{mm}. Le ricerche furono fatte sempre in condizioni identiche; ed in ciò fui favorito da una stagione oltremodo asciutta, che per più mesi con elevatissima pressione atmosferica si mantenne nei nostri climi.

Le mie prime indagini ebbero per iscopo di determinare come si modifica la scintilla *eccitatrice*, quando nel circuito congiuntivo se ne produca una seconda di varia lunghezza, e che chiamo scintilla *congiuntiva*, per distinguerla dalla prima.

L'apparecchio da me adoperato è rappresentato nella fig. 1, tav. I, ed era formato principalmante di una batteria $B\,B'$ di varie bottiglie, di un interruttore $I\,I'$, e d'un eccitatore $L\,L'$.

Batteria. — Questa batteria, un po' diversa dalle ordinarie, ha bisogno di una breve descrizione. Essa è disegnata a parte nelle fig. 1, 2 e 4, tav. I. ed è formata di bottiglie cilindriche, alte 50cm. e larghe 13, rivestite per due terzi circa di stagnola accuratamente tagliata, e ricoperte nel resto da molti strati di vernice a lacca. Tali bottiglie erano poste in una cassetta di legno VV' (fig. 2 e 3) con tramezzi alti solo 5cm.; e naturalmente si poteva con facilità variare il loro numero. Il fondo della cassetta era ricoperto da una lastra di rame stagnata e munita di un grosso orlo o cordone rotondo per evitare le fughe dell'elettricità: la qual lastra per due appendici od orecchiette era unita ai due serrafili a vite ed a grosse palle d'ottone V e V' fig. 3: inoltre nella costruzione della cassetta non furono adoperati chiodi per evitare, al solito, le fughe dalle loro punte.

Dentro ogni bottiglia penetrava un grosso tubo d'ottone terminato in basso con tre forti molle $n\ m$ (fig. 3), parimente d'ottone e stagnate, le quali vigorosamente premevano contro l'armatura interna. Essi tubi in alto finivano a cono, così che facilmente ed a perfetto contatto si potevano unire a dei grossi tubi o conduttori di ottone $c\,c'$ (fig. 2 e 3) muniti di fori appropriati. Essi conduttori erano terminati con grosse palle di ottone fissate a vite, che servivano da serrafili. Uno dei conduttori portava un pezzo aggiunto $c''\ c'$ che lo prolungava, e che serviva a caricar più facilmente la batteria con la macchina. Finalmente i vari conduttori potevano riunirsi fra loro, mercè dei bracci aggiunti $a\ b$ fig. 1 e 2 (ingranditi nella fig. 4), che venivano stretti con le viti delle palline dei conduttori [1]. Così tutti i contatti erano perfetti ed ogni scintilla perturbatrice era evitata. In alcune esperienze la batteria era racchiusa in una cassa di vetro verniciato, contenente aria disseccata dalla calce viva; e ciò è necessario per impedire le *scariche parziali interne* [2] che per gli elevati potenziali si producono, quando le bottiglie non sieno ben secche. Per caricare una tale batteria serviva il conduttore $c''\ c'$ (fig. 2 e 3), ricoperto d'ebanite, che veniva fuori della cassa per opportuni fori.

Interruttore. — Questo istrumento è formato da una lunga striscia di ebanite $a\ a'$ fig. 1, scorrevole mercè un corsoio a molla lungo la colonna di legno $I\ I'$. In a ed a' son fissati due serrafili terminati con 4 palline; le due inferiori sono amalgamate, e nell'abbassarsi del corsoio s'immergevano nel mercurio dei bicchierini b e b', ben verniciati e fissati sulla base dell'interruttore. La corsa dell'asta $a\ a'$ è limitata nella discesa opportunamente da un rialto, che vedesi sulla colonna I, I'.

Eccitatore. — Esso è disegnato in $L\ L'$ ed è formato da due branche, una mobile ed una fissa; questa consta di una colonna di vetro L', che porta in alto una ghiera con palla d'ottone a vite che fa da serrafilo; ed è terminato in un'asticella con filo di platino saldato e verticale L'. La branca mobile L risulta di un'asticella di rame grossa 5^{mm} ripiegata in r è terminata in un filo di platino saldato. Su questa asticella era saldato in o un serrafilo a pallina; ed essa era articolata nella ghiera d'ottone L, portata al sommo d'una colonna di vetro verniciata, e poteva venir sollevata od abbassata con una bacchetta d'ebanite. I suoi movimenti nella discesa, venivano

[1] Questi bracci non facevano rilievo alcuno sui conduttori, come erroneamente è disegnato nella fig. 1 in *ab*.

[2] Ho chiamato scariche parziali interne quelle che si producono dall'armature sulle pareti del vetro delle bottiglie, quando queste si caricano eccessivamente. V. Villari, *Sulle figure elettriche dei condensatori*. Acc. delle sc. di Bologna, serie 4ª, tomo III. p. 663, 1882.

limitati da un tappo di gomma V fissato su una colonna di vetro opportunamente situata. Quando s'abbassava l'asticella $o\ r$, i due fili r ed L' si approssimavano e fra essi poteva scattare la scintilla.

Nel circuito s'introduceva uno spinterometro $s\ s'$ terminato con fili di platino posti verticalmente e lunghi circa una trentina di millimetri.

La batteria $B\ B'$ stava su di una panchetta con lunghe e ben verniciate colonne di vetro; si caricava con una macchina Holtz, ed era unita con la sua armatura esterna alla bottiglia elettrometrica E, che serviva a misurarne le cariche. L'armatura esterna inoltre era unita al bicchierino b' e l'interna a quello b.

Le altre comunicazioni si veggono chiaramente nella figura ed esse erano tutte fatte con grossi e corti fili di rame, amalgamati o stretti a vite, onde evitare ogni scintilla perturbatrice.

Ciò premesso le esperienze si eseguivano assai facilmente nel modo seguente. Si caricava opportunamente $B\ B'$; e mentre un assistente abbassava l'interruttore $a\ a'$, un secondo chiudeva il circuito in $r\ L'$, smuovendo l'asta $L\ r$ con una bacchetta di ebanite. La scarica seguiva la via indicata dalle frecce i, b, a, s, s', $L'\ r$, L, a', $b'\ B'$, producendo una scintilla in $s\ s'$ ed una in $r\ L'$, la quale ultima veniva fotografata in grandezza naturale con una eccellente macchina fotografica F.

Nelle fotografie apparivano con grande nettezza le immagini dei fili dell' eccitatore: e così si misuravano con rigore, mercè le seste, le lunghezze della eccitatrice: e quella della congiuntiva si misurava direttamente sullo spinterometro. La lunghezza di questa ultima scintilla si fece variare da zero alla massima possibile, onde variava anche quella dell' eccitatrice. Ciascuna esperienza fu ripetuta da 5 a 10 volte per ciascun caso, e dei risultati ottenuti furono prese le medie, che sono trascritte nello specchio che segue [1]:

TABELLA I. [2]

4 bottiglie, 14 cariche, medie di 10 misure.

N. d'ordine	Lunghezza della scintilla		Lunghezza Somma	Differenza da 31,56
	Congiuntiva L	Eccitatrice L_1	$L + L_1$	
I	II	III	IV	V
1	0,5	39,80	40,30	
2	2,0	36,64	38,64	
3	4,0	28,65	32,65	+ 1,09
4	8,0	23,77	31,77	+ 0,21
5	12,0	20,56	31,56	0,00
6	16,0	13,97	29,97	— 1,59
7	20,0	10,32	30,32	— 1,24
8	24,0	7,18	31,18	+ 0,38
9	28,0	5,5	33,50	+ 1,94

(Valori da 3 a 9 della colonna IV: media = 31,56)

[1] Farò qui avvertire che col ripetere le esperienze, il mio assistente ing. Bracchi ed io avevamo acquistato tanta pratica, che le diverse operazioni si eseguivano quasi automaticamente e presso che nel medesimo istante, onde le perdite di elettricità potevano ritenersi come trascurabili, e le misure concordavano sempre fra loro. Inoltre tutte le diligenze furono usate per un perfetto isolamento delle varie parti dell'apparecchio.

[2] In questa e nelle seguenti tavole le lunghezze delle scintille sono date in millimetri.

TABELLA II.

4 bottiglie, 12 cariche, medie di 6 a 10 misure.

N. d'ord.	Lunghezza della scintilla		Lunghezza	Differenza
	Congiuntiva L	Eccitatrice L_1	Somma $L + L_1$	da 34,3
I	II	III	IV	V
1	0,0	28,8	28,8	
2	0,5	44,6	45,1	
3	2,0	35,0	37,0	+ 2,7
4	4,0	33,2	37,2	+ 2,9
5	9,0	22,8	31,8	— 2,5
6	14,0	21,3	35,3 media = 34,3	+ 1,0
7	19,0	11,4	30,4	— 3,9
8	24,0	8,8	32,8	— 1,5
9	29,0	5,36	34,4	+ 0,1
10	34,0	1,57	35,5	+ 1,2
11	44,0	piccolissima		

Nelle colonne II e III delle tabelle precedenti sono riportate le lunghezze L ed L_1 delle scintille congiuntive ed eccitatrici: nella colonna IV la loro somma $L + L_1$ e nella V le singole differenze dalla media di dette somme. Dai risultati trascritti si rileva che a partire da una lunghezza di 3 o 4^{mm} di L, la somma $L + L_1$ è costante; ed infatti le differenze della colonna V dalla media sono piccole e saltuarie. Scorgesi inoltre che quando la congiuntiva L è piccolissima, l'eccitatrice L_1 si allunga oltre misura, onde la somma $L + L_1$ allora acquista un valore massimo.

A meglio rilevare la legge del fenomeno ripetei altre analoghe esperienze facendo variare lentissimamente la lunghezza di L; e le medie di 5 misure concordanti sono qui appresso riportate:

TABELLA III.

N. d'ord.	Lunghezza della scintilla		Somme	Medie delle somme	Differenze dalle medie
	Congiuntiva L	Eccitatrice L_1	$L + L_1$	$L + L_1$	
I	II	III	IV	V	VI
1	0,0 (¹)	26,0	26,0		
2	0,0 (¹)	25,7	25,7		
3	0,1	38,0	38,1		— 1,7
4	0,2	42,0	42,2		+ 2,4
5	0,3	41,5	41,8	39,8	+ 2,0
6	0,5	39,5	40,0		+ 0,2
7	0,7	37,6	38,3		— 1,5
8	1,0	38,2	39,2		— 0,6
9	1,5	37,7	39,2		— 0,6
10	2	32,8	34,8	34,8	
11	3	29,1	32,1		+ 0,9
12	6	24,9	30,9		— 0,3
13	10	22,8	32,8		+ 1,6
14	18	11,0	29,0	31,2	— 2,2
15	23	10,6	33,6		+ 2,4
16	27	4,2	31,2		0,0
17	30	2,5	32,5		+ 1,3
18	32	2,5	34,5		
19	34	circa 1,0			
20	36	»			
21	38	»			
22	40	»	circa 41,0	circa 41,0	
23	42	non vi fu scarica			

(¹) Per la congiuntiva zero, i fili dello spinterometro una prima volta furono stretti con un serrafili ed una seconda furon messi semplicemente a contatto fra loro.

Questo quadro è disposto come i due precedenti ed esso, oltre che conferma i risultati di quelli, dà luogo a varie altre considerazioni, che tutte possono così riassumersi:

1. Quando la scintilla congiuntiva L è zero, la somma $L + L_1$ è minima (Esperienza 1 e 2).

2. Per un valore di L piccolissimo, compreso fra 0 e $1^{mm}5$, la somma $L + L_1$ ha un valore costante e massimo (Esperienza 3 a 9).

3. Per valori maggiori di L, e compresi fra 3^{mm} e 32^{mm}, la somma $L + L_1$ ha un valore medio e costante (Esperienza 11 e 18).

4. Pei valori piccolissimi di L_1 la somma $L + L_1$ ritorna un massimo, a un dipresso eguale al primo (Esperienza 19 e 23).

5. I due valori massimi di $L + L_1$ corrispondenti ad un valore piccolissimo di L od L_1, passano gradatamente al valore intermedio costante (Esperienza 10 e 18).

Questi stessi risultati possono più brevemente indicarsi nel modo seguente:

$L = 0^{mm}$	$L + L_1 = 26$ minima
L varia da $0^{mm}1$ a $1^{mm}5$	$L + L_1 = 39{,}8$ massimo costante
L circa 2^{mm}	$L + L_1 = 34{,}8$
L varia da 3 a 30^{mm}	$L + L_1 = 31{,}3$ media costante
L_1 circa 2,5	$L + L_1 = 34{,}5$
L_1 inferiore a 2	$L + L_1 = 41$ massima costante

Per istudiar meglio questi vari fatti divideremo il soggetto in due paragrafi: Nel primo ci occuperemo del caso nel quale una delle due scintille sia piccolissima; e nel secondo dirò dei fenomeni che si presentano quando le due scintille sieno del medesimo ordine di grandezza.

§ 1. *Proprietà delle scintille piccolissime.*

Da ciò che precede chiaramente risulta che quando nella scarica d'un condensatore si producono due scintille, una delle quali sia piccolissima, essa ha la proprietà di fare allungare sensibilmente l'altra in modo, che la loro somma diventi un massimo. E per rendere il fenomeno visibile ho riportato nella tav. II, fig. 1 e 2 la copia esatta delle figure dell'eccitatrici ottenute con bottiglie e cariche eguali. Le immagini della figura 1 si produssero quando la scarica percorreva un circuito tutto continuo, e quelle della figura 2 quando nel circuito v'era una interruzione di $0^{mm},5$. La grande regolarità delle scintille ci assicura dell'esattezza dell'esperienze eseguite.

Per indagare l'origine di questa singolare proprietà cercai in prima di determinare l'influenza delle cariche. Perciò adoperai 4 bottiglie, che disseccai ed asciugai perfettamente al fuoco, onde scariche parziali interne non si producessero sul lembo del vetro verniciato: le caricavo variamente e poi le scaricavo attraverso un circuito, ora continuo ed ora con breve interruzione, e prendevo le fotografie della eccitatrice nei due casi. Le esatte misure di codeste lunghezze sono riportate nel quadro seguente:

TABELLA IV.

4 Bottiglie.

Cariche	Lunghezza della scintilla			Media di L_1	Rapporti
	Congiuntiva L	eccitatrice L_1			
		Iª Serie	IIª Serie		
16	0,0	31,1 32,4 30,7 31,1 32,3	27,7 27,0 30,7 31,8	30,4	
	circa 0,3	53,0 55,3 52,2 54,5	51,1 52,5 55,5 54,8 52,2	53,2	53,2 : 30,4 = 1,73
12	0,0	28,3 29,2 30,0 28,8 29,2 30,0 29,0 29,1	27,2 27,0 28,9 28,2 28,7 28,7 28,9 28,3 28,9	28,8	
	0,5	46,0 44,0 47,2 47,1 44,1 45,0 44,2	43,2 45,7 44 43 45 43,2 43,1 43,0	44,6	44,6 : 28,8 = 1,48
5	0,0	15,8 12 15,9 16,2 15,8		15,1	
	0,5	15 15,6 15,1 14,9 14,8		15,1	15,1 : 15,1 = 1,00

Nel quadro precedente sono registrate, nella I colonna le cariche, nella II le lunghezze della congiuntiva, nella III, in 2 serie, quelle delle eccitatrici corrispon denti; nella IV le medie di queste a circuito continuo o con breve interruzione; e finalmente nella V sono indicati i rapporti tra le lunghezze delle eccitatrici, ottenute a circuito interrotto ed a circuito continuo.

Dalla quale colonna V rilevasi che detti rapporti decrescono col decrescere delle cariche e dei potenziali. Infatti detto rapporto è 1,76 per 16 cariche, 1,48 per 12 ed 1 per 5 cariche impartite costantemente a 4 bottiglie; laonde devesi ammettere

che la proprietà od attitudine che ha la piccola scintilla di farne allungare un'altra, cresce con le cariche ed i potenziali delle bottiglie, e si annulla nel caso che essi sieno molto piccoli.

Le lunghezze più opportune, delle piccole scintille, perchè tale proprietà in esse si manifesti dipendono eziandio dalle cariche e dai potenziali del condensatore. Se questi sono elevati quella proprietà si riscontra nelle scintille estremamente piccole ed in quelle anche alquanto lunghette. Così nel quadro seguente, per 9 cariche date a 3 bottiglie, noi scorgiamo che mentre la eccitatrice a circuito continuo era di soli 26^{mm}, essa s'allungò sin presso a 40^{mm} quando nel circuito si produceva una scintilla congiuntiva variante in lunghezza da $0^{mm},1$ ad 1,5. Rilevasi inoltre che tale efficacia delle piccole scintille non è del tutto distrutta quand'anche abbiano 3^{mm} di lunghezza.

Lunghezza della scintilla	
Congiuntiva	Eccitatrice
0	26,0
0,1	38,0
0,2	42,0
0,3	41,5
0,5	39,5
0,7	37,6
1,0	38,2
1,5	37,7
2,0	32,8
3,0	29,1
6,0	24,9

Non così procedono le cose quando si sperimenti con più lievi cariche. Qui appresso sono riferiti i numeri ottenuti da una batteria di 4 bottiglie eguali alle precedenti, ma caricate con sole 5 unità elettrometriche:

Tabella V.

Serie	Lunghezza della scintilla		Medie di
	Congiuntiva L	Eccitatrice L_1	L_1
I	0	15,8 12 15,9 16,2 15,8	15,1
II	0,1 circa	17 17,1 16,2 16,7 18	17,0
III	0,5 circa	15 15,6 15,1 14,9 14,8	15,1

I numeri precedenti dimostrano che la eccitatrice a circuito continuo è $15^{mm}1$; ed è 17 quando nel circuito vi è una interruzione di $0^{mm},1$: ma ritorna alla lunghezza di $15^{mm},1$ quando l'interruzione si porta a 0,5 di millimetro. Dunque potremo dire che:

L'efficacia delle piccole scintille si conserva in scintille tanto più lunghe quanto è maggiore la carica e più elevato il potenziale che le produce ([1]).

Prima di procedere più oltre faccio notare, ricordando quanto si disse in principio, che se invece di far piccolissima la congiuntiva si faccia tale l'eccitatrice, allora è la congiuntiva che a sua volta diventa lunghissima. Laonde può dirsi che l'eccitatrice e la congiuntiva brevi hanno, come era da prevedersi, le medesime proprietà; laonde ciò che si dice rispetto a questa, deve riferirsi anche a quella.

Maniera d'operare delle piccole scintille. — In sulle prime credetti che l'allungarsi delle scintille eccitatrici avesse relazione con un corrispondente assottigliarsi delle medesime, prodotto dell'azione propria delle minime scintille: ma le molte misure prese sulle immagini fotografiche delle eccitatrici, nonchè quelle prese sul diametro dei fori da queste fatti in strisce di carta, non mi condussero ad alcuna conclusione sicura. Pure dopo molte prove ed indagini m'accorsi che le minime scintille modificavano la lunghezza delle scintille non solo, ma ancora e grandemente l'intensità delle *scariche interne* dei condensatori. A questo nuovo ordine di modificazioni io rivolsi dunque il mio studio.

Per misurare direttamente le scariche interne delle bottiglie per mezzo della estensione delle frange luminose corrispondenti, feci moltissimi tentativi; e finalmente trovai il noto miscuglio solfo e minio essere assai comodo ed opportuno per tali misure. Infatti se dopo che si è scaricata di recente una bottiglia si soffia il detto miscuglio sul vetro circostante alle armature, si producono su di esso delle bellissime figure con ramificazioni di solfo e minio; le quali formano una zona ben distinta e netta, *zona di scarica*, che con la sua estensione misura quella delle frange e quindi della scarica interna.

Per isperimentare con questo metodo bisogna, perchè il fenomeno sia spiccato, adoperare delle bottiglie cariche ad elevati potenziali: ma nello stesso tempo è assolutamente indispensabile che le medesime bottiglie non diano luogo, durante la loro carica, alle *scariche parziali interne* ([2]); imperocchè queste offrono il gravissimo inconveniente di scaricare parzialmente le bottiglie, e di alterare profondamente le figure delle zone di scarica che si vogliono produrre. Per la qual cosa fu necessario disseccare e riscaldar bene le bottiglie, affinchè potessero reggere forti e vigorose cariche elettriche senza produrre le scariche parziali interne.

Ciò premesso, dirò che dopo aver caricato le bottiglie ad elevato potenziale le scaricavo col mio eccitatore LL' (fig. 1) a fili di platino attraverso un circuito,

([1]) In una prossima occasione dirò dell'efficacia che separatamente esercitano su tali fenomeni la quantità di elettricità ed il potenziale della carica.

([2]) Villari, *Sulle figure elettriche dei condensatori.* Accademia delle scienze di Bologna, serie 4ª, tomo III. pag. 663, 1882.

ora continuo ed ora con una breve interruzione di circa $0^{mm},5$ preparata nello spinterometro $s\,s'$: quindi soffiavo sulle medesime le polveri e misuravo la estensione od altezza delle zone di scarica che si producevano. Le esperienze furono praticate su 13 delle solite bottiglie e su 8 più piccole (alte 50^{cm} e di 10^{cm} di diametro): e dalle misure prese mi parve potere in media ritenere approssimativamente, che nelle grandi bottiglie la zona di scarica aveva una altezza di 5^{cm}, quando la scarica fu prodotta attraverso un circuito continuo (in questo caso l'eccitatrice esterna è breve), e di circa 3^{cm} quando la scarica fu provocata attraverso un circuito con breve interruzione (quando cioè l'eccitatrice è lunga). Con le piccole bottiglie la differenza d'altezza delle zone era forse alquanto minore. La differenza però non è sempre costante, nè sempre molto cospicua: e fra le 13 bottiglie grandi ne trovai una stata scaricata a circuito continuo, la quale mostrava una zona così bassa da esser quasi eguale ad una di quelle ottenute dopo averla scaricata attraverso il circuito con breve interruzione: e lo stesso caso si verificò fra le 8 bottiglie più piccole. Tuttavia queste eccezioni, come si vede, sono poche e perciò possiamo ammettere che:

1. *Quando si scarica una bottiglia a circuito continuo, la scarica interna è grande e l'eccitatrice esterna è breve*;

2. *Quando si scarica una bottiglia a circuito con breve interruzione, la scarica interna è piccola e la eccitatrice esterna è lunga*:

od in altri termini; *la piccola scintilla diminuisce la scarica interna ed accresce la scintilla esterna.*

Calore della scarica interna. — Questa specie d'oscillazione della scarica dallo interno all'esterno del condensatore per le condizioni su accennate, deve necessariamente riscontrarsi ancora negli effetti termici delle scariche interne ed esterne, prodotte nelle identiche circostanze: per lo che io mi detti a studiare l'indicato fenomeno nei suoi effetti calorifici.

Per misurare il calore dovuto alla scarica interna, nelle circostanze precedentemente indicate, io modificai alquanto l'apparato indicato dalla fig. 1, tav. I e sostituii alla solita batteria *B* il mio termometro leido-elettrico. Questo, come già dissi in altra circostanza, consiste in una bottiglia di Leida lunga 50^{cm} e larga 10, rinchiusa in una campana di vetro che serve da termometro. L'estremità inferiore della bottiglia, con la corrispondente armatura trovasi fuori della campana per le opportune comunicazioni. L'armatura interna con forti molle di ottone comunica con un tubo metallico, che viene all'esterno del termometro ed è munito di palline, che servono a caricare e scaricare la bottiglia. Inoltre il medesimo tubo è connesso ad uno di gomma, che unisce poi il termometro con un cannello di vetro con indice di alcool. Al momento della scarica della bottiglia la dilatazione dell'aria del termometro vien misurata dagli spostamenti dell'indice su una scala a millimetri osservata con un cannocchiale a forte ingrandimento [1].

[1] Per ulteriori particolari v. Villari, *Sulle scariche interne dei condensatori.* Accademia delle scienze di Bologna, serie 4ª, tomo II. p. 101, 1880.

Con questo termometro le esperienze si eseguiscono come di consueto, scaricando la bottiglia sempre egualmente caricata, attraverso allo stesso circuito, o interrotto nello spinterometro ss', ovvero continuo per essere i fili ss' stretti a vite fra loro. Le esperienze furono alterne ed i risultati di alcune di esse sono qui sotto trascritti:

Tabella VI.

Serie di esperienze	Calore della scarica interna a circuito			
	continuo		interrotto	
	C	Medie	C_1	Medie
I	1,4		1,2	
	1,8		1,0	
	1,5	1,67	1,0	1,14
	1,8		1,2	
	1,8		1,3	
II	2,0		1,3	
	1,8		1,1	
	2,0	1,96	1,1	
	2,0		1,2	1,20
	2,0		1,2	
			1,2	
III	1,9		1,5	
	2,0		1,3	
	2,4		1,4	
	2,1	2,15	1,2	
	2,1		1,1	1,27
	2,1		1,1	
	2,4		1,3	
			1,2	
			1,3	
			1,3	
Medie		1,93		1,20
Rapporto $\frac{1,93}{1,20} = 1,6$				

I molti numeri precedenti mostrano che il calore della scarica interna, quando si scarica la bottiglia attraverso un circuito continuo, è maggiore che quando la si scarica con un circuito a breve interruzione, ed il rapporto fra le medie dei calori trovati nelle due indicate condizioni fu di 193:120=1,6.

Siccome però le indicazioni termometriche qui sopra riportate sono piccole, per avere adoperato nel termometro un indice ad alcool troppo lungo (di circa 15^{cm}), così in seguito lo ridussi a 4 o 5^{cm}; e reso con ciò il termometro più sensibile, rifeci le precedenti misure, ed ottenni i dati che seguono:

Calore della scarica interna a circuito			
Continuo C	Medie di C	Interrotto C_1	Medie di C_1
3,1		1,6	
3,0		1,5	
3,0		1,6	
3,0		2,2	
3,0		2,4	
3,2		2,8	2,16
3,3	3,19	2,3	
3,8		2,2	
3,		2,4	
3,2		2,6	
3,2			
3,5			

Rapporti $\frac{3,19}{2,16} = 1,48$

I numeri di questa tavola, più cospicui dei precedenti, conducono alla stessa conclusione di quelli; ed il rapporto fra le due dilatazioni è eguale a 1,48: il quale combinato col precedente 1,6 dà una media di 1,54. E se si prendono i rapporti fra le lunghezze delle eccitatrici esterne prodotte nelle su mentovate circostanze, avremo la serie seguente:

$$\begin{aligned} 451 : 288 &= 1,57 \\ 398 : 259 &= 1,54 \\ 446 : 288 &= 1,48 \\ 532 : 304 &= 1,73 \\ \text{media} &= 1,58 \end{aligned}$$

con la media risultante $= 1,58$ assai prossima ad 1,54 trovata qui sopra. I quali valori, sebbene non assoluti perchè dipendenti da potenziali e circostanze non identiche nelle due maniere di misure, pure valgono a mostrare la intima colleganza dei due ordini di fenomeni [1].

Calore della scarica esterna. — A completare questi studi fu necessario di determinare la dilatazione termometrica prodotta dalle scintille esterne, e feci perciò due serie di misure distinte.

Nella prima determinai il calorico svolto dalla sola eccitatrice. L'apparecchio adoperato è quello medesimo disegnato nella figura 1, tav. I, con la sola differenza che all'eccitatore LL' sostituii uno dei miei termometri eccitatori: il quale consisteva in un termometro a gas contenente un eccitatore terminato in fili di platino, e mobile dall'esterno mercè un'asticella di vetro. Al momento opportuno, con questo eccitatore, si chiudeva il circuito, e la scintilla eccitatrice balenava nel pallone; e così

[1] Giova fare avvertire che nella Memoria sulle scariche interne delle bottiglie io mostrai che essa scarica interna non variava facendo produrre alla corrente una, od anche due scintille esterne. Tale fatto non è in contradizione con ciò che è detto in questo scritto, giacchè quel caso si riferisce a scintille esterne ambedue lunghe, ed i risultati qui sopra indicati si riferiscono al caso in cui una delle due scintille esterne sia piccolissima.

eseguii molte misure con due bottiglie caricate con 5 cariche, che scaricavo attraverso un circuito alternamente continuo o con una breve interruzione (circa $0^{mm},5$), preparata nello spinterometro ss'. I risultati medi di 5 a 10 misure per ciascun caso sono qui appresso riportati:

Tabella VII.

Calore della scintilla eccitatrice a circuito			
Continuo		Interrotto	
I Serie			
	medie		medie
54		60	
58		61,5	
60,5	57,3	72	65,7
56		62	
58		73	
II Serie			
70		62	
55		63	
62,5	62,7	80	
72		70,5	70,1
54		75	
		60	
		80	
III Serie			
53			
53		73	
60,5		59	
59,5		61	
59	58,9	68	70,6
61		81	
62		68	
64		85	
58,5		70	
medie generali 59,6			68,8
Rapporto 688 : 596 = 1,16			

Questi risultati mostrano con tutta evidenza come a circuito interrotto la eccitatrice produce nel termometro una dilatazione sensibilmente maggiore (68,8) che a circuito continuo (59,6): risultato assai cospicuo, se si considera che nel caso del circuito interrotto oltre l'eccessiva dilatazione dovuta alla eccitatrice più lunga, devesi altresì tener conto del calorico svoltosi contemporaneamente dalla piccola scintilla prodottasi nella breve interruzione del circuito.

Nella seconda serie di ricerche misurai contemporaneamente il calore della eccitatrice e quello della piccola congiuntiva. Perciò sostituii allo spinterometro ss' (fig. 1, tav. I) un mio termometro a scintilla, consistente in un termometro a gas con due elettrodi terminati nel suo interno da fili di platino, attraverso i quali passava la scarica. In tal modo nel momento della scarica potevano prodursi due scintille, una nel termometro eccitatore ed una in quello a scintilla; le dilatazioni dei quali

erano contemporaneamente osservate. Le esperienze eseguite come al solito furono fatte con 4 bottiglie e 12 cariche; ed i risultati medi di 8 o 10 misure per ciascun caso, sono qui appresso riportati:

Tabella VIII.

N. d'ordine	Lunghezza della scintilla congiuntiva L	Calore della scintilla Congiuntiva C	Calore della scintilla Eccitatrice C_1
I	II	III	IV
1	0,0 (¹)	0,0	47,8
2	0,0 (²)	0,3	42,5
3	0,3	6,4	55,0
4	0,7	8,9	52,0
5	2,2	11,7	49,8
6	3,3	14,2	49,5
7	5,0	17,2	49,0
8	6,2	23,4	40,2
9	10,4	35,6	37,6
10	16,3	48,2	33,4
11	25,4	73,0	19,7
12	29,2	89,5	14,4

(¹) In questa prima esperienza mancava il termometro a scintilla, ed il circuito era continuo e di grosso filo di rame.
(²) In questo caso v'era il termometro a scintilla con gli elettrodi di platino stretti a contatto: fra essi non si produceva scintilla sensibile.

I risultati di quest'ultima tavola confermano i precedenti. Il calore dell'eccitatrice a circuito continuo e di fili grossi è $47^{mm},8$ (Esper. 1): diminuisce un poco quando nel circuito s'introduce il termometro a scintilla con elettrodi di platino tenute a contatto e si riduce a 42,5, forse per la resistenza dei detti elettrodi che un po' si riscaldano. Quando poi tra essi nasce la piccola scintilla di $0^{mm},3$, essa produce una dilatazione di 6,4: nel mentre che la scintilla eccitatrice ne produce una di 55 (Esper. 3). Quindi in questo caso il calore esterno è di 61,4, ed il rapporto fra questo e quello della eccitatrice a circuito continuo, 42,5, è eguale a 1,44, non molto discosto dai rapporti precedenti. Tuttavia mi affretto a dire che questi rapporti non possono ritenersi per rigorosi, non essendo state fatte le esperienze in condizioni assolutamente identiche, nè essendo i due termometri stati comparati fra loro.

Da queste varie misure parmi rimanga confermato, che per effetto di una breve interruzione nel circuito scaricatore, parte dell'energia elettrica dallo interno del condensatore si trasporta all'esterno del medesimo.

Intorno al modo di operare ed alla natura di queste piccole scintille non è per avventura facile il pronunziarsi in modo sicuro e definitivo. Quello che risulta dalle mie indagini si è, che per esse la scarica interna dei condensatori sensibilmente decresce [1]. Proprietà questa che le piccole scintille hanno in comune con le resistenze metalliche od elettrolitiche; le quali, come già dissi altra volta, introdotte nel circuito in lunghezze sufficienti possono ridurre quasi a zero le scariche interne. Ma le

(¹) Questo decremento si riferisce al calore ed alle frange delle scariche interne.

resistenze ordinarie rallentano la scarica, per lo che è possibile che le piccole scintille operino in modo analogo, quasi fossero dei piccoli archi voltaici dotati di vera e propria resistenza elettrica. Vero è però che le consuete resistenze elettriche non godono della proprietà di fare allungare la scintilla eccitatrice, o per lo meno la posseggono in limiti assai ristretti. Infatti sperimentai con una soluzione acida di solfato di rame contenuta in un tubo di vetro verniciato di circa 1^{cm} di diametro; ed avendo introdotto varie lunghezze di detta soluzione nel circuito della batteria, e quindi sperimentato nel modo consueto ottenni, quale media di 10 misure di lunghezze di scintille eccitatrici pei vari casi, i valori seguenti:

Tabella IX.

4 bottiglie, 12 cariche.

Resistenza	Lunghezze medie eccitatrici
cm.	
0,0	27,2
9,5	26,8
30,0	29,3
8 bottiglie, 28 cariche	
0,0	33,3
5,5	35,3
36,0	34,9
0,0	33,8

Qualunque però possa essere la maniera di operare delle piccole scintille, esse col diminuire la scarica interna dei condensatori possono forse aumentare la scintilla eccitatrice. La scarica interna risulta dal rifluire dell'elettrico diffuso sul vetro alle armature nell'istante della scarica. Quando a parità di condizioni la scarica interna è piccola, vuol dire che non tutto il vetro intorno alle armature si è scaricato; e perciò colla nuova carica supposta costante, minore potrà essere l'elettricità che si diffonde sul vetro. Il condensatore potrà per avventura in questo caso considerarsi come meno ampio, quindi si caricherà a più alto potenziale, e perciò succederà l'aumento della scintilla e della scarica esterna. Ed inoltre è bene di ricordare, che nel caso ordinario col crescere dei potenziali crescono le scariche interne: qui invece le scariche interne rimanendo sempre piccole, tutto l'effetto dell'accresciuto potenziale opera nell'aumentare la scarica esterna. Ciò non pertanto parmi che la variazione del potenziale debba esser piccola cosa e perciò insufficiente a darci ragione specialmente del grande allungamento che subisce la scintilla eccitatrice per cagione di una piccola scintilla congiuntiva. Laonde credo questa quistione non risoluta e degna d'ulteriori indagini.

§ 2. *Somma delle lunghezze di due scintille del medesimo ordine di grandezza.*

Veniamo ora a studiare il secondo dei casi indicati in principio di questo scritto, cioè quello di due scintille sufficientemente lunghe.

Se noi consideriamo i valori di queste riportati nella Tabella III, troveremo che la lunghezza *somma* della scintilla congiuntiva ed eccitatrice (Esper. 11 a 17) è

con grandissima approssimazione costante. Infatti da essa tavola si scorge, che mentre la lunghezza della congiuntiva variò da 3 a 30^{mm}, la detta somma $L + L_1$ fu in media di $31^{mm},10$; ed in tali limiti l'oscillazione massima di essa somma intorno al suo valore medio fu di soli $2^{mm},2$. Tuttavia se più minutamente si considerano i vari valori, pare che tale somma decresca un pochino verso il mezzo della serie, cioè quando le due scintille sieno poco diverse in lunghezza fra loro; e quindi vada un po' crescendo agli estremi, per dar luogo in ultimo ai valori massimi detti di sopra, e relativi al caso in cui una delle due scintille diventi piccolissima. Però ripeto che tali variazioni sono estremamente piccole nei limiti accennati, ed in essi la lunghezza *somma* delle due scintille deve ritenersi, con grandissima approssimazione, come costante.

Dopo questi risultati volli determinare se col far variare la lunghezza dell'eccitatrice si modificava ancora il suo diametro. Per lo che presi di cotali scintille molte fotografie, che proiettavo poi ingrandite 8 o 10 volte con la lanterna Duboscq, e prendevo in tre punti diversi il diametro del nucleo. Nel quadro seguente sono riportate le medie di codeste misure, che si riferiscono alle immagini delle varie scintille eccitatrici. La batteria fu di 4 bottiglie caricate con 12 unità:

TABELLA X.

Lunghezza congiuntiva L	Diametro eccitatrice D	Medie dei diametri D_1
2^{mm}	11,1	
	10,5	
	10,8	
	11,1	10,9
	11,7	
	11,7	
	9,6	
16	10,2	
	11,2	
	10,5	10,4
	10,4	
	9,8	
20	11,1	
	12,3	
	10,8	10,7
	10,2	
	10,5	
	9,4	

Tutte queste misure sono abbastanza concordi e mostrano con le loro medie che la grossezza del tratto di fuoco della eccitatrice non varia sensibilmente, pur variando la sua lunghezza pel variare di quella della congiuntiva concomitante [1] da 2 a 20. — Analoghe misure non potei fare sulle dimensioni delle aureole per la loro grande irregolarità; tuttavia allo aspetto codeste aureole non parvero modificarsi nelle

[1] La somma della lunghezza delle due scintille era di circa 32^{mm}.

accennate varie circostanze: ed inoltre alcune misure eseguite sul diametro dei fori fatti in fogli di carta da scintille variamente lunghe condussero alla stessa conclusione.

Da ciò segue che lo strato d'aria percorso dalle due scintille (sensibilmente d'un diametro costante) rimane nelle circostanze indicate sempre d'una medesima lunghezza: per lo che la resistenza incontrata allora dalle due scintille nell'aria deve essere costante e quindi la scarica deve rimanere indipendente dalla lunghezza di una delle due indicate scintille.

Alla quale conclusione già altra volta pervenni per via indiretta, misurando cioè le dilatazioni termometriche prodotte dalle due scintille in due palloni separati ed eguali. Intorno al quale ultimo soggetto ho eseguite ulteriori ricerche, i cui risultati esporrò più tardi.

Prima intanto di procedere più oltre faccio notare che la lunghezza somma delle due scinctille di scarica del condensatore è sempre superiore alla lunghezza di una sola ed unica scintilla della scarica, anche quando nessuna delle due sia piccolissima. Il Belli già aveva osservato che la lunghezza *somma* di più scintille d'una scarica di una bottiglia è sensibilmente maggiore della lunghezza dell'unica scintilla di scarica. E siccome la scarica interna rimane costante, secondo le mie esperienze, quando si producono sia due scintille, ambedue sufficientemente lunghe, sia una sola [1], così la maggiore lunghezza delle due non può dipendere da una diminuzione della scarica interna. È invece possibile che le due o più scintille sieno più lunghe della unica per una minore resistenza che esse incontrano nell'aria, come dirò in seguito.

PARTE SECONDA

Effetto delle resistenze interposte nel circuito della scarica.

Le dimensioni delle scintille variano assai diversamente quando nel circuito s'interpongono delle resistenze che la scarica deve superare; e siccome tali modificazioni variano a seconda che s'interponga una resistenza *idioelettrica*, formata cioè da un coibente, od una resistenza *anelettrica*, ossia fatta da un conduttore, così tratterò separatamente questi due casi.

§ 1. *Effetti delle resistenze idioelettriche.*

La grossezza *somma* dello strato di aria percorso dalle due scintille varia assai sensibilmente se alla scarica si faccia eseguire un nuovo lavoro, col fare da una delle due scintille perforare un coibente, quale il vetro, la mica, la carta ecc. più o meno grossi e resistenti. E per investigare tali variazioni adoperai l'apparato della fig. 1, tav. I. I fili dello spinterometro $s s'$ erano costantemente a 5^{mm} di distanza, e fra essi interponevo i vari coibenti appoggiati ad una cornice di ebanite. La batteria era di 8 bottiglie caricata sempre con 26 unità, che scaricavo nel modo consueto, mentre prendevo la fotografia della scintilla eccitatrice che si produceva. Qui di seguito sono riportate le misure delle lunghezze di esse scintille ottenute con resistenze diverse:

[1] Villari, *Sulle scariche interne dei condensatori* loc. cit.

TABELLA XI.

Nome delle lastre fotografiche	N.° fogli di carta interposti N	Lunghezza eccitatrice L	Medie di L L_1
I	0	32,2	38,6
		37,5	
		38,4	
		40,0	
		40.8	
		40,8	
		40,9	
		38,8	
VII	2	36,0	29,8
		28,5	
		30,3	
		27,6	
		27,8	
		25,2	
		33,2	
VI	5	25,1	23,1
		23,0	
		22,4	
		23,9	
		21,9	
		22,1	
II	10	18,6	17,9
		18,7	
		19,1	
		18,0	
		16,8	
		16,0	
I	20	15,0	14,3
		14,1	
		13,0	
		14,5	
		15,0	
		14,2	
IV	30	8,0	8,3
		7,1	
		7,7	
		8,0	
		9,0	
		10,0	
V	40	2,0	2,9
		3,2	
		2,0	
		1,9	
		2,0	
		3,2	

Tutti i numeri precedenti, assai concordi fra loro, mostrano chiaro che col crescere della resistenza interposta nella scintilla congiuntiva, la lunghezza della eccitatrice rapidamente decresce. Così da $38^{mm},6$ che essa era senza carta interposta nel circuito, si riduce man mano a sole $2^{mm},9$ quando la scarica ne perfora 40 fogli. La

forma generale di tali eccitatrici non sembra variata; tuttavia pare diventino alquanto più sottili col crescere dei fogli di carta perforati: però misure esatte non furono eseguite.

Risultati analoghi ottenni adoperando cartoncini invece di carta, come può rilevarsi dai valori medi seguenti:

Tabella XII.

Lunghezza congiuntiva	N.° cartoncini interposti N	Lunghezza eccitatrice L
0	0	32,3
5mm	0	38,1
»	1	27,3
»	2	24,5
»	4	23,4
»	8	20,1

Finalmente sperimentai nella medesima maniera col vetro e colla mica. Quello fu perforato in una sola esperienza; e nelle altre la scintilla vi strisciò sulla superficie lasciandovi una traccia assai distinta e come di vetro stato smerigliato; la mica invece fu perforata in ogni esperienza. Le misure di lunghezza dell'eccitatrice prese con la fotografia dettero i seguenti risultati:

Tabella XIII.

Sostanze adoperate	Lunghezza eccitatrice	Media
Vetro non perforato	5,9	
» » »	7,2	
» perforato	6,5	
» non perforato	7,8	
» » »	7,3	
Mica perforata	16,1	
» »	15,0	
» »	10,1	
» »	10,0	
Nessuna sostanza interposta.	38,8 38,0 40,0	39,8

Il vetro e la mica adunque interposti nel circuito accorciano sensibilmente la lunghezza dell'eccitatrice, in quanto essi vengono perforati dalla scarica; ed in ciò operano come i fogli di carta. Circa le dimensioni trasversali dell'eccitatrice, esse non parvero punto variate per l'interposizione del vetro e della mica, cosicchè queste sostanze operano in modo analogo ad uno strato d'aria interposto fra i fili dello spinterometro: il quale strato con l'aumentare della sua grossezza accorcia semplicemente la eccitatrice senza modificarne, come più sopra si disse, sensibilmente le dimensioni trasversali. Il vetro perciò, la mica e l'aria atmosferica agiscono tutti in

modo simile; essi presentano una resistenza, che potremo dire *idioelettrica*, la quale è diversa, come vedremo, pei suoi effetti dalla resistenza *anelettrica;* e l'aria non pare conduca la scarica della batteria, ma venga come perforata e rotta in modo simile a quello che accade pel vetro e per la mica; e la elettricità attraverso di queste materie si manifesta in forma di scintilla luminosa.

Calore. — Queste influenze delle resistenze distruttive sulla lunghezza della eccitatrice, debbono di necessità manifestarsi ancora sugli effetti termici di questa; per istudiare i quali io sostituii all'eccitatore $L\ L'$ della fig. 1, tav. I, il mio termometro eccitatore più sopra ricordato; ed operando nel modo consueto misuravo le dilatazioni termometriche al variare delle resistenze *idioelettriche* interposte nello spinterometro le cui punte $s\,s'$ erano a 5^{mm} di distanza fra loro. Qui di seguito sono riportate le medie di 5 misure (per ciascun caso) eseguite con la interposizione della carta, ed altre misure ottenute con la interposizione della mica:

TABELLA XIV.
4 bottiglie, 12 cariche.

N.° fogli di carta	Calore eccitatrice
0	35,6
2	42,7
5	40,8
10	25,3
20	24,8
30	11,1
40	3,1
50	0,0
lastra di mica	6,0
»	7,0
»	13,2
»	6,6
»	6,5

La dilatazione adunque prodotta dall'eccitatrice decresce moltissimo per effetto della mica interposta nel circuito e perforata dalla scarica: e le differenze fra i diversi risultati dipendono dalla non costante grossezza di quella adoperata. La resistenza della carta opera in modo analogo, e con 40 fogli il calore si ridusse quasi a zero; con 50 fogli la scarica non ebbe luogo, perchè la carta non fu perforata. Con pochi fogli di carta la dilatazione termometrica è alquanto superiore a quella ottenuta senza interporne alcuno: il che forse dipende da una diminuzione della scarica interna; ed è certo che essa decresce assai sensibilmente per la interposizione nel circuito di molti fogli di carta.

Dal che segue, che quando alla scarica di una batteria si faccia perforare un coibente (*resistenza idioelettrica*), la scintilla eccitatrice s'accorcia in ragione del lavoro eseguito dalla scarica, ed il calore svolto da essa scintilla decresce in proporzione. Od ancora può dirsi, che il lavoro maggiore eseguito dalla scarica nel perforare un coibente viene compensato da una diminuzione di lavoro, dovuta all'accorciarsi della scintilla eccitatrice concomitante, ossia all'accorciarsi del foro fatto dalla scarica nell'aria.

Deviazioni galvanometriche. — In queste varie circostanze la quantità di elettricità che costituisce la scarica non deve mutare, come è già noto; ciò non pertanto ho stimato non del tutto inutile eseguire ulteriori ricerche in proposito, sia per accertarmi delle buone condizioni delle esperienze eseguite da me, sia in riguardo delle scariche interne, sia anche perchè potevo disporre d' un galvanometro a specchio, con un filo a doppio inviluppo di guttaperca, con rocchetti di ebanite e perciò perfettamente isolato. E per dare un'idea dell'isolamento di esso, dirò che dopo che la scarica aveva attraversato il galvanometro, i fili che lo congiungevano alla batteria serbavano così bene la carica da dare delle piccole scintille, anche trascorsi alcuni secondi dall'esperienza. Con questo apparecchio adunque, che sostituii allo eccitatore $L\,L'$ della fig. 1 [1], misurai l'elettricità della scarica opponendo, o no, alternamente vari fogli di carta alla scintilla congiuntiva di 5^{mm} che si produceva in $s\,s'$. In queste esperienze alterne furono osservate le deviazioni galvanometriche e quindi prese le medie di 5 a 10 misure assai concordanti fra loro; le quali medie sono qui sotto riportate:

Tabella XV.

4 bottiglie, 12 cariche.

N.° fogli di carta	Deviazioni galvanometriche	
	con carta	senza carta
30	72,5	70,0
40	72,6	70,9
»	73,3	70,6
medie	72,8	70,5

Rilevasi da questi dati che le deviazioni galvanometriche sono quasi affatto indipendenti dalla resistenza della carta; e la lievissima differenza in più, notata nel caso della carta interposta, può forse attribuirsi ad un rallentamento della scarica e perciò ad una più regolare deviazione e ad una diminuzione di dispersione elettrica.

Con l'interposizione nel circuito d'una colonna di soluzione di solfato rameico le deviazioni galvanometriche furono in media $70^{mm},9$: e tolta detta soluzione il galvanometro deviò di $71^{mm},3$: il che dimostra che codeste deviazioni sono indipendenti dalla resistenza conduttiva del circuito.

E da ultimo, le deviazioni risultano ancora indipendenti dalla produzione nel circuito di una scintilla congiuntiva lunga od anche brevissima.

§ 2. *Effetti delle resistenze anelettriche sulle scintille.*

Gli effetti dovuti alle resistenze *anelettriche* (metalliche od elettrolitiche) introdotte nel circuito sono essenzialmente diversi da quelli delle resistenze *idioelettriche.*

[1] Il galvanometro dall'un canto era unito al filo s' dello spinterometro e dall'altro al capo a' dell'interruttore. Caricata la batteria si chiudeva con l'interruttore $a\,a'$ il circuito, e la corrente passava allora attraverso il galvanometro e lo spinterometro $s\,s'$.

Quando è grande codesta resistenza *anelettrica*, la scintilla eccitatrice è accompagnata da piccolo scoppio, e la sua immagine fotografica mostrasi involta da piccolissime ed assai regolari aureole. Se detta resistenza aumenta, la scarica dura vari secondi e la scintilla ha pochissima luce. Ho eseguito le mie esperienze adoperando per resistenza una colonna di soluzione satura ed acida di solfato di rame, di circa 1^{cm} di diametro, della quale introducevo diverse lunghezze nel circuito invece dello spinterometro $s\,s'$ e prendevo al solito le fotografie della scintilla eccitatrice in grandezza eguale al vero. Quindi le immagini, per mezzo della lanterna di Duboscq, erano proiettate sopra un diaframma ed ingrandite 8 o 10 volte, e poi erano misurati i diametri di tali immagini nel mezzo ed agli estremi di esse. Le medie di dette misure, assai concordi fra loro, ricavate da quattro immagini per ciascun caso, sono riportate qui sotto:

Tabella XVI.

Resistenza R	Diametro		Prodotti $\frac{R\,D_1^2}{100}$
	Nucleo D	Aureola D_1	
0	32,8	148,8	—
1	34,9	62,4	39
2	31,0	50,7	51
4	23,9	42,5	72
8	18,4	32,3	81
16	13,4	25,6	105
32	7,6	18,7	109
64	3,7	12,3	96
128	1,9	8,2	87
256	2,2 (?)	5,4	55
		medie	77

Questa tabella mostra che tanto il diametro del nucleo quanto quello totale della scintilla vanno assai rapidamente decrescendo col crescere della resistenza elettrolitica. Nell'ultima colonna sono indicati i prodotti delle resistenze pel quadrato del diametro della scintilla totale, che ho divisi per 100, per semplificarli. Si vede che essi crescono nel rapporto circa di 1 a 2,8 per un aumento di resistenza da 1 a 32: quindi lentamente declinano fin quasi a uguagliare il primo prodotto per una resistenza del valore di 256. Così che può dirsi che per una variazione di resistenza compresa fra 1 e 256 l'accennato prodotto, passando per un piccolo massimo, variò, nel rapporto di 1 a 1,15. Tali risultati, sebbene non possan dirsi rigorosi, pure mostrano esservi una certa relazione fra la resistenza dell'arco e la sezione dell'eccitatrice.

Per ciò che riguarda le lunghezze di tali scintille già si disse che esse un poco forse aumentano col crescere delle resistenze interposte nell'arco scaricatore.

Ma col crescere della resistenza congiuntiva del circuito s'accresce il tempo della scarica; e la stessa massa elettrica dovendo produrre una scintilla di maggior durata, la genera più sottile. Per lo che può ritenersi come non molto lontano dal vero che la massa d'aria ed il numero delle sue particelle impegnate nel fenomeno

della scintilla, a scarica compiuta non sia molto diverso, come per avventura potrebbe sembrare, pel variare della resistenza *anelettrica* del circuito e quindi per l'assottigliarsi della scintilla.

E ritornando all'idea più sopra accennata che l'aria sia da considerarsi come una resistenza *idioelettrica* che la scarica perfora, potremo anche dire che il diametro del foro dipende, fra le altre cose, dall'intensità della corrente di scarica.

L'assottigliarsi della scintilla inoltre è accompagnato da una diminuzione della sua efficacia termica come risulta da alcune poche misure eseguite in proposito e riportate in una mia Nota anticipata. Mi affretto bensì ad aggiungere che questo soggetto ha bisogno d'ulteriori studi, i quali mi propongo eseguire fra poco.

Gas rarefatti. — La grande differenza nel modo di operare delle due specie di resistenze mi fece supporre esservi delle sostanze che partecipassero delle proprietà di entrambi; perciò esaminai varie sostanze e fra le altre sperimentai sui gas rarefatti di cinque tubi di Geisler somministratimi dal Ruhmkorff, i quali interponevo in vario numero, come resistenze, nel circuito. Quindi prendevo, come di consueto, la fotografia della eccitatrice prodotta da una scarica di 26 unità impartite ad 8 bottiglie. Le lunghezze di tali scintille sono in millimetri riportate nel seguente specchietto:

TABELLA XVII.

Nome delle lastre	N.° tubi messi in circuito	Lunghezza eccitatrice L	Medie di L
I	nessun tubo	32,0	
		31,1	
		32,7	
		32,0	
		30,2	
I bis		29,8	32,3
		32,7	
		36,5	
		32,9	
		32,0	
II	1 tubo	32,7	
		32.1	
		33,0	32,5
		32,9	
		32,0	
III	3 tubi	26,0	
		28,0	
		25,9	25,8
		25,1	
		24,0	
IV	5 tubi	23,5	
		21,0	
		23,2	21,9
		22,0	
		20,0	

Da questi numeri si raccoglie che col crescere dei tubi intercalati nel circuito la eccitatrice s'accorcia: e perciò essi operano come resistenze *idioelettriche*, vetro, mica, aria ecc.

Nello stesso tempo le scintille sensibilmente s'assottigliavano per effetto dei medesimi tubi interposti; ed avendo col solito metodo della lanterna preso anche le misure del diametro delle eccitatrici ingrandite 8 o 10 volte, ottenni i risultati medi seguenti, relativi a tre misure per ciascuna immagine:

Tabella XVIII.

N.° tubi interposti	Diametri eccitatrici D	Medie di D	N.° tubi interposti	Diametri eccitatrici D	Medie di D
nessun tubo	79,9		3 tubi	26,5	
	90,9			29,8	
	85,0	86,3		29,9	30,0
	84,0			33,4	
	92,5			30,8	
1 tubo	39,4		5 tubi	26,6	
	38,9			25,0	
	34,7	39,0		25,6	26,4
	41,2			26,0	
	40,8			28,6	

I numeri relativi alla scintilla ottenuta senza resistenza non sono concordanti fra loro, per la grande irregolarità dell'aureola inviluppante. Le misure successive sono assai più concordi ed esatte, per la quasi totale distruzione dell'aureola e per la grande regolarità di quel poco che ne rimaneva. Dette misure poi mostrano che il diametro delle scintille decresce col crescere dei tubi Geisler interposti nel circuito. E perciò questi tubi operano ancora come una resistenza *anelettrica* (1).

Laonde i gas rarefatti, può dirsi, agiscono in un modo complesso; e cioè in essi si riscontrano insieme riunite le proprietà delle due specie di resistenze.

Idrogeno. — Questi singolari risultati mi spinsero ad indagare i fenomeni che si manifestano introducendo nel circuito una colonna di idrogeno quale resistenza: e sebbene le ricerche da me fatte in proposito non sieno ancora ultimate, pure indicherò, per prendere data, le conclusioni alle quali m'è parso poter pervenire.

Interposi adunque nel circuito un pallone di vetro ripieno di idrogeno secco, nel quale facevo nascere una scintilla congiuntiva di varia lunghezza tra fili di platino, e come al solito fotografavo e poi misuravo la lunghezza della eccitatrice. I numeri medi di 5 misure delle eccitatrici prodotte da 9 cariche comunicate a 3 bottiglie sono i seguenti:

(1) La lunghezza dei tubi adoperati non è indicata nel mio giornale: ma posso asserire che essi furono all'incirca di 60 centimetri ciascuno.

TAVOLA XIX.

Lunghezza congiuntiva L	Lunghezza eccitatrice L_1
piccolissima	50,3
2,3	38,2
4,2	30,3
8,7	23,5
16,9	21,4
33,4	18,5
40,4	19,3
49,6	21,2
76,2	7,7

È ben palese che col crescere della congiuntiva nell'idrogeno l'eccitatrice nell'aria s'accorcia, sebbene assai più lentamente che quella non cresca; laonde la loro somma va crescendo col crescere della lunghezza della scintilla nell'idrogeno, per esser questo sensibilmente più conduttore dell'aria: nulladimeno esso opera sempre come una resistenza *idioelettrica*.

I diametri delle eccitatrici poi non variano in modo sensibile al variare della colonna di idrogeno interposta: ma non potei eseguir misure in proposito per la non buona riuscita delle fotografie ottenute.

Inoltre mi parve notare, che una lunga colonna d' idrogeno introdotta nel circuito prolunghi la durata della scintilla eccitratrice, come si rileva dai seguenti fatti:

Quando nel circuito trovavasi una colonna di circa 70 cm. di idrogeno, le immagini fotografiche delle scintille eccitatrici che si producevano apparivano come solcate longitudinalmente dall' elettrodo mobile; da sembrare quasi che la scarica, cominciata ad una certa distanza dei due elettrodi, seguitasse durante il movimento di quello mobile, così che questo poteva avanzarsi in mezzo alla scintilla. Le immagini della fig. 8 tav. II, copiate dalle fotografie, mostrano questo risultato; devo bensì aggiungere che più tardi non riuscii ad ottenere altre consimili immagini.

Poscia feci due serie di misure: in una lasciavo libero l' elettrodo mobile $L\,r$, fig. 1 tav. I, così che esso andava fin presso al contatto di quello fisso L'; ed in una seconda serie, limitai la corsa di quello mobile Lr per mezzo dell'asta v in modo che esso non poteva avvicinarsi oltre un dato limite a quello fisso. Interposta una colonna di idrogeno di circa 70 cm. nel circuito, e prese al solito le fotografie delle eccitatrici, che ottenevo nei due modi di sperimentare detti di sopra, ottenni per le loro lunghezze i numeri seguenti:

TABELLA XX.

Lunghezza eccitatrice	
I caso	II caso
18,4	4,1
15,3	5,1
16,0	4,9
16,0	6,2
15,9	
medie 16,3	5,1

Vedesi da ciò che ad elettrodo libero, II caso, la scintilla eccitatrice è in media di $5^{mm},1$ e ad elettrodo a corsa limitata, I caso, essa in media è $16^{m}3$, cioè il triplo. Il che potrebbe interpretarsi supponendo che pel ritardo della scarica, prodotta dal suo passaggio per una lunga colonna d'idrogeno, la scintilla cominciasse solo quando gli elettrodi abbiano avuto il tempo di avvicinarsi assai sensibilmente. Ad elettrodi a corsa limitata, la scintilla subisce eguale ritardo: ma gli elettrodi rimanendo sempre a maggior distanza fra loro, la scintilla si mostrerebbe più lunga.

Inoltre, sperimentando con una lunga colonna di idrogeno nel circuito, m'accadde di ottenere delle scintille eccitatrici di diversa lunghezza, come risulta dai numeri seguenti:

$$\left.\begin{matrix} 6{,}0 \\ 6{,}8 \\ 8{,}0 \\ 10{,}0 \\ 6{,}7 \\ 7{,}5 \\ 8{,}5 \end{matrix}\right\} 7{,}7$$

Le differenze qui sopra indicate mi parvero essere in relazione col modo più o meno rapido di muovere l'eccitatore solito. Per la qual cosa feci altre esperienze alterne; una volta cioè muovendo la branca dell'eccitatore rapidissimamente, picchiandola con un bastone d'ebanite; ed un' altra volta invece muovendola più lentamente, così che essa s'abbassava quasi per effetto del solo suo peso. Ed operando in questo modo con 26 cariche ed 8 bottiglie ottenni i dati qui appresso riportati:

TABELLA XXI.

Lunghezza eccitatrice con eccitatore mosso			
Lentamente		Rapidamente	
1	19,6	2	13,0
3	18,7	4	14,8
5	16,2	6	13,0
7	18,8	8	13,0
9	16,0		
	medie 17,9		13,45

Questi numeri mostrano come le eccitatrici sono sensibilmente più lunghe se lentamente si smuove l'eccitatore, che quando lo si smuove rapidamente. E perchè meglio apparisca manifesto il fenomeno ho riportato una copia litografata delle fotografie ottenute: nella quale (fig. 4, tav. II) tutte le immagini lunghe (di ordine impari) corrispondono al moto lento, e le brevi (di ordine pari) al moto rapido dell'eccitatore.

Tutti codesti fatti concordano nel far ritenere, come probabile almeno, che l'idrogeno, a differenza degli altri gas, produca uno speciale aumento nella durata della scintilla o della scarica della bottiglia. Tuttavia ritengo sieno necessarie ancora nuove indagini su questi fenomeni, le quali mi propongo fra poco istituire.

Quadri scintillanti. — Da ultimo dirò che ho anche esaminato gli effetti di un quadro scintillante formato da limatura di zinco attaccata su una lastra di ebanite:

ed ho osservato che esso opera presso a poco come i tubi di Geisler. Infatti introducendo prima 6 cm. e poi 10 di detto quadro nel circuito, la scintilla eccitatrice fu di 23,1 e poi di 18 cm. di lunghezza: il diametro suo diminuì sensibilmente e quasi sparì l'aureola, la quale senza l'interposizione del quadro era assai vistosa: inoltre le frange di scarica, o scarica interna quasi affatto svanirono. Il quadro scintillante opera adunque come resistenza *idioelettrica* non solo, ma ancora come *anelettrica* e codesta ultima proprietà è dovuta assai probabilmente alle piccolissime scintilline che su di esso si formano; le quali, forse pei vapori metallici che l'accompagnano o per altra cagione, operano come conduttori, e perciò rallentano la scarica, diminuiscono le scariche interne ed assottigliano la scintilla eccitatrice. Le quali proprietà forse devono riscontrarsi anche in una sola scintilla congiuntiva purchè brevissima, come già s'accennò. Certo è però che su codesti quadri la scintilla, che vi si forma, può acquistare delle lunghezze assai cospicue e di molto superiori alle scintille che si formerebbero liberamente nell'aria in identiche condizioni.

RIASSUNTO

Chiudo questo scritto riassumendo le cose dette.

Le dimensioni delle scintille eccitatrici dei condensatori variano per moltissime e diverse cagioni. Io ho studiato gli effetti su di esse prodotti, sia da altre scintille che scattano nel circuito, sia da nuove resistenze in esso introdotte.

Quando si scarica un condensatore facendogli produrre una sola scintilla, ovvero due, la lunghezza di quella non è eguale alla somma delle lunghezze di queste; nè detta somma ha un valore sempre costante. Per istudiare come e perchè variano codeste lunghezze ho adoperato un apparecchio formato da una batteria di bottiglie, da uno spinterometro e da un eccitatore terminati in fili di platino d'un millimetro di diametro. Essi facevano parte di un solo circuito di resistenza trascurabile, e si riunivano alla batteria nel momento che la si voleva scaricare. L'eccitatore si disponeva avanti una macchina fotografica che riproduceva le immagini della scintilla eccitatrice in grandezza eguale al vero. Le riunioni dei differenti conduttori si facevano a vite o per mezzo di fili amalgamati e mercurio, per evitare ogni scintilla perturbatrice.

Per eseguire le esperienze disponevo lo spinterometro in maniera da fargli produrre una scintilla congiuntiva L, di differente lunghezza, che misuravo direttamente sullo spinterometro istesso. La lunghezza L' della scintilla eccitatrice si modificava pel variare di L ed io misuravo la lunghezza di L' sulle sue immagini ottenute con la fotografia. Da molte e concordi esperienze pervenni alle seguenti principali conclusioni:

1. Quando la scintilla congiuntiva L è zero la somma $L + L'$ è un minimo ed eguale a 26^{mm} circa.

2. Quando una delle due scintille L, od L' sia piccolissima ed inferiore a 2^{mm}, l'altra scintilla s'allunga eccessivamente in modo che la somma $L + L'$ raggiunge un valore massimo ed eguale a 40^{mm} circa.

3. Quando L od L' cresce, la somma, $L + L'$ decresce.

4. Quando una delle due scintille varia da 3 a 30^{mm} circa, la somma $L + L'$ ha un valore medio costante, circa $32.^{mm}$.

Le quali conclusioni possono riassumersi nello specchio seguente:

1. $L = 0$	$L + L' = 26,^{mm}$ minimo
2. L varia fra 0,1 e 1,5 circa	$L + L' = 39,8$ massimo costante
3. L circa 2^{mm}	$L + L' = 34,8$
4. L varia da 3 a 30^{mm} circa	$L + L' = 31,3$ media costante
5. L' circa 2,5	$L + L' = 34,5$
6. L' inferiore a 2	$L + L' = 41$, massimo costante

Laonde in generale si dirà che una piccolissima scintilla che si produca nel circuito d'un condensatore ha la singolare proprietà di fare allungare molto una seconda che contemporaneamente abbia luogo nello stesso circuito.

Questa singolare attitudine delle piccole scintille cresce con le cariche dei condensatori: così avendo caricato 4 bottiglie con differenti quantità di elettricità, i rapporti fra le lunghezze delle scintille eccitatrici a circuito interrotto e continuo furono i seguenti:

	Rapporti
Per 16 unità elettrometriche	53,2 ; 30,4 = 1,72
» 12 » »	44,6 ; 28,8 = 1,55
» 5 » »	17,0 ; 15,1 = 1,13

Inoltre questa proprietà delle piccole scintille, per le deboli cariche si riscontra solo in scintille estremamente brevi, $0^{mm},1$ circa; e per cariche più energiche la si riscontra in scintille più lunghe, e fino ad $1^{mm},5$ circa.

È quasi inutile il dire che tutti codesti valori non hanno nulla di assoluto, ma sono solo relativi alle condizioni delle esperienze da me eseguite.

L'allungamento della scintilla eccitatrice d'un condensatore, per effetto di una breve scintilla congiuntiva, è accompagnato da un aumento di energia della scarica esterna e da una sensibile diminuzione nella scarica interna del condensatore medesimo. Infatti allorchè una bottiglia si scarica attraverso di un circuito con breve interruzione, il calore della scarica interna, determinato col mio termometro leido-elettrico, diminuisce sensibilmente, nel mentre che il calore della scintilla eccitatrice esterna aumenta. E perciò se a codesto aumento di calore s'aggiunge anche quello dovuto alla piccolissima scintilla della breve interruzione, si comprende facilmente che l'energia della scarica portata all'esterno s'è assai accresciuta.

Inoltre le frange luminose, che si possono studiare soffiando il miscuglio Villarcy sulle bottiglie scaricate di recente, e che costituiscono la scarica interna, sono sensibilmente più basse quando la scarica avviene attraverso un circuito interrotto, che quando avviene attraverso un circuito continuo.

Le resistenze elettrolitiche diminuiscono grandemente le scariche interne, ed in ciò operano in modo analogo alle piccolissime scintille.

Nel caso di due scintille esteriori sufficientemente lunghe, la somma delle loro lunghezze è sensibilmente costante: e perciò la grossezza dello strato di aria perforato è del pari costante. E siccome i diametri delle due scintille non pare che varino sensibilmente al variare delle loro lunghezze, così la resistenza incontrata dalla scarica od

il lavoro da essa eseguito deve essere indipendente da dette lunghezze, e quindi anche la scarica deve rimanere costante.

La *somma* inoltre di queste due scintille sufficientemente lunghe è superiore alla lunghezza della scintilla eccitatrice unica. Il Belli già aveva notato che la lunghezza *somma* di molte scintille d'un condensatore è superiore a quella di una scintilla unica. E siccome la scarica interna rimane costante, quando all'esterno si producano una o due scintille sufficientemente lunghe, così può ammettersi come probabile, che la lunghezza *somma* delle due scintille sia maggiore della unica eccitatrice, perchè quelle incontrano una resistenza minore che questa. Un tale fenomeno potrebbe forse dipendere dai vapori metallici che accompagnano la scintilla e che s'accrescono col numero delle interruzioni.

Quando nella scintilla congiuntiva di vari millimetri introducevo una resistenza *idioelettrica* tale da rimaner perforata da quella, allora l'eccitatrice complementare si scorciava col crescere di detta resistenza. Così in un caso la scintilla congiuntiva era di 3^{mm} e la eccitatrice di $38^{mm},6$ (¹): interposi nella prima due fogli di carta. e l'eccitatrice si ridusse a 29,8: quindi col crescere di essi fino a 40 fogli, la si ridusse solo a $2^{mm},9$ di lunghezza. Del pari una sottile lastra di vetro e di mica nell'essere perforate ridussero la stessa eccitatrice da $38^{mm},6$ a $6^{mm},5$ la prima ed a 12,3 la seconda. Le dimensioni trasversali della scintilla eccitatrice non parvero punto modificate dalla interposizione del vetro o della mica; mentre nel caso della carta si mostrarono alquanto diminuite.

Le dilatazioni termometriche prodotte dall'eccitatrice decrescono rapidamente col crescere delle resistenze distruttive superate dalla scarica. Così la dilatazione da circa 43^{mm} che era quando la scarica perforava due fogli di carta, discese a 3^{mm} quando ne perforava 40. Con una lastra di mica interposta, la dilatazione si ridusse a circa 6^{mm} soltanto. Tali diminuzioni sono evidentemente dovute allo scorciarsi della scintilla eccitatrice.

In analoghe circostanze, misurando le correnti di scarica con un galvanometro a specchio, a doppio inviluppo di guttaperca ed a perfetto isolamento, s'osservarono deviazioni costanti, sperimentando alternamente con 30 fogli di carta interposti nel circuito o senza. La resistenza adunque del circuito intiero deve anche in queste circostanze essere rimasta indipendente dalle resistenze interposte: per ciò l'aumento di resistenza prodotto dalle carte interposte deve essere stato compensato dallo scorciarsi della scintilla eccitatrice.

Quando nel circuito s'introduce una resistenza *anelettrica*, un elettrolito per es: la eccitatrice perde gran parte della sua aureola e s'assottiglia grandemente; ed il decrescere della sua sezione, determinata sulle sue imagini fotografiche, pare abbia una certa relazione col crescere della resistenza del circuito e quindi della durata della scarica.

La dilatazione termometrica prodotta dalla scintilla eccitatrice decresce, nel limite delle mie esperienze, col crescere della resistenza conduttiva, e perciò col suo assottigliarsi.

(¹) Le due scintille scattavano fra gli estremi di fili di platino.

Dalle quali cose si scorge che le resistenze *idioelettriche* modificano la scintilla in un modo assai diverso da quello che fanno le resistenze *anelettriche*. Laonde dalle modificazioni che produce una data resistenza può argomentarsi se appartiene all'una od all'altra specie di resistenze.

L'aria in grossi strati si comporta in modo identico al vetro ed alla mica; nè pare che essa conduca la scarica, ma piuttosto ne venga rotta e perforata, dando luogo alla scintilla che l'attraversa. Quando invece lo strato d'aria sia molto sottile, e per ciò la scintilla assai breve, esso opera anche in parte come farebbe una resistenza *anelettrica*. E ciò oltre che dalle cose precedentemente discorse, viene anche meglio confermato dal modo d'agire dei quadri scintillanti formati di polveri metalliche. Quando s'introducono nel circuito alcuni centimetri di tali quadri, la scintilla eccitatrice non solo s'accorcia, ma s'assottiglia sensibilmente, perdendo gran parte della sua aureola. Inoltre la scarica interna del condensatore decresce fino a ridursi quasi a zero. L'aria adunque in queste condizioni si comporta come una resistenza *idioelettrica* ed *anelettrica*, forse a cagione dei vapori metallici che accompagnano le molte scintilline; pei quali esse incontrando probabilmente resistenze minori possono avere una lunghezza *somma* maggiore di una sola scintilla.

Questa duplice azione dell'aria scorgesi in più vaste proporzioni nei gas rarefatti dei tubi di Geissler, i quali interposti nel circuito accorciano ed assottigliano grandemente la scintilla eccitatrice del condensatore.

Finalmente aggiungerò che l'idrogeno alla pressione ordinaria, interposto nel circuito, accorcia la eccitatrice, ma assai più lentamente che non faccia una colonna d'aria. Così l'eccitatrice da 38^{mm} si ridusse a circa 8^{mm} quando la congiuntiva nell'idrogeno da 2^{mm} circa si portò a 76^{mm}.

Inoltre una resistenza di idrogeno di 60 o 70^{mm} di lunghezza pare rallenti sensibilmente la scarica. Infatti con una tale colonna interposta nel circuito la eccitatrice che si ottiene è sensibilmente più breve ($13^{mm},45$) se si muove rapidamente l'eccitatore, in modo da chiudere con celerità il circuito: ed è invece più lunga ($17^{mm},9$) se si chiude il circuito lasciando cadere la branca mobile dell'eccitatore pel proprio peso e senza forte impulso. Analoghi risultati ottenni da altri esperimenti: tuttavia dichiaro che il fenomeno ha bisogno d'essere più ampiamente studiato.

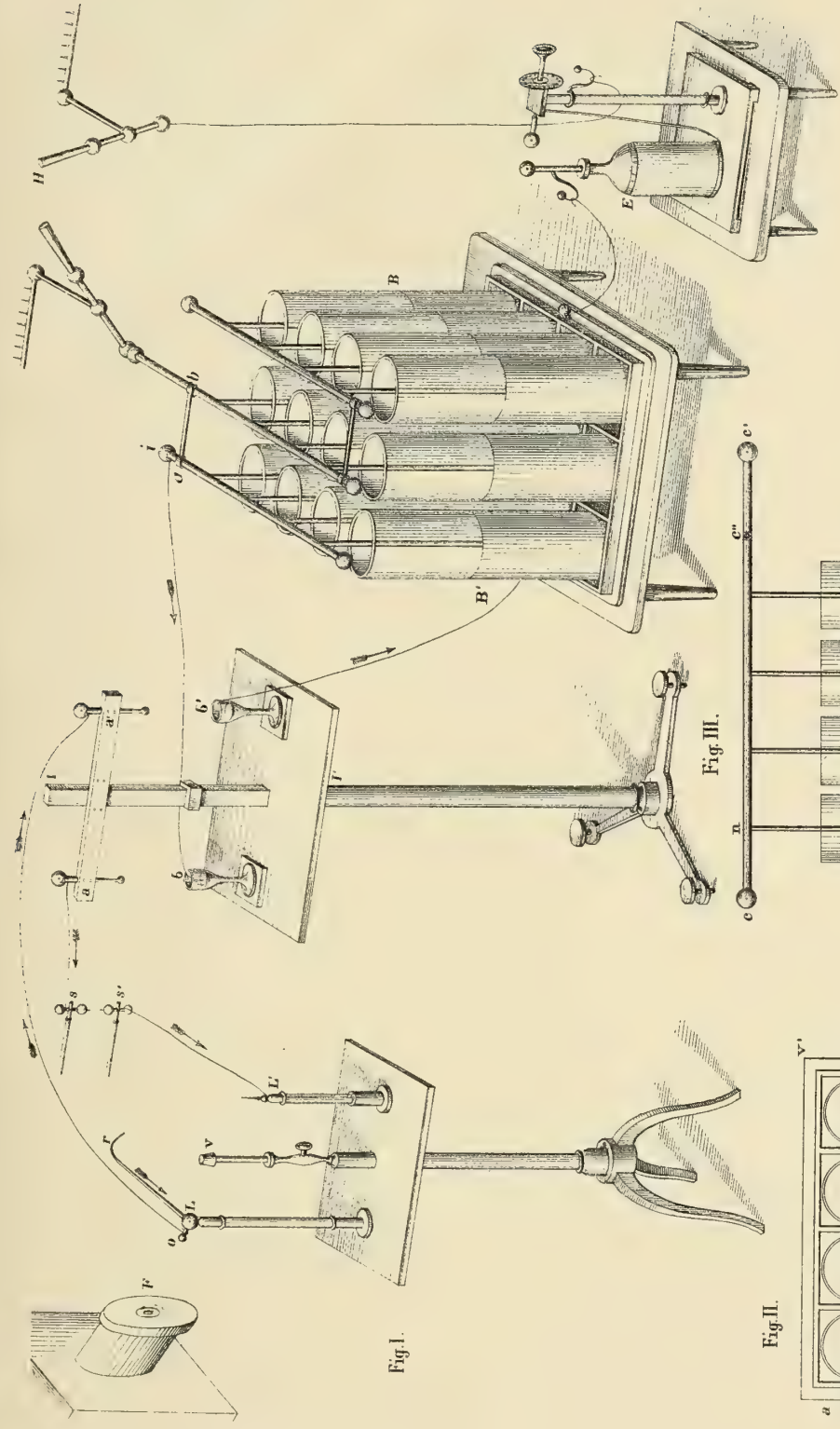
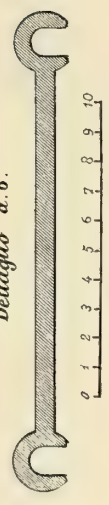
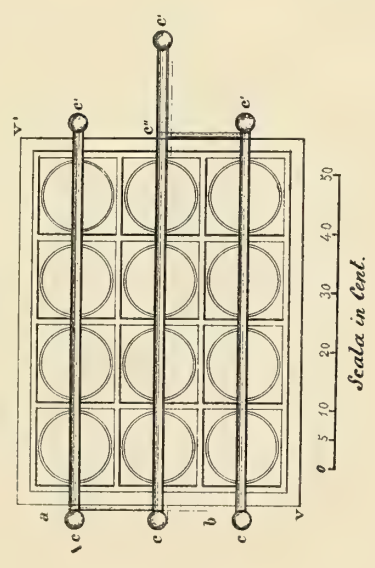



Fig. I.
Fig. II.
Fig. III.
Fig. IV.
Dettaglio a. b.
Scala in Cent.
Scala in Cent.
0 5 10 20 30 40 50
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Bologna Lit. G. Wenk

1

2

3

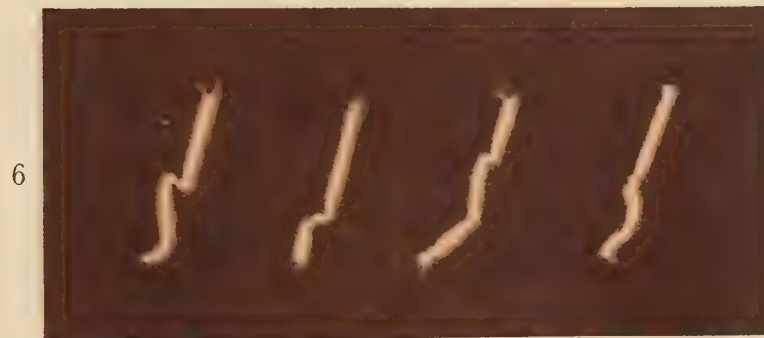
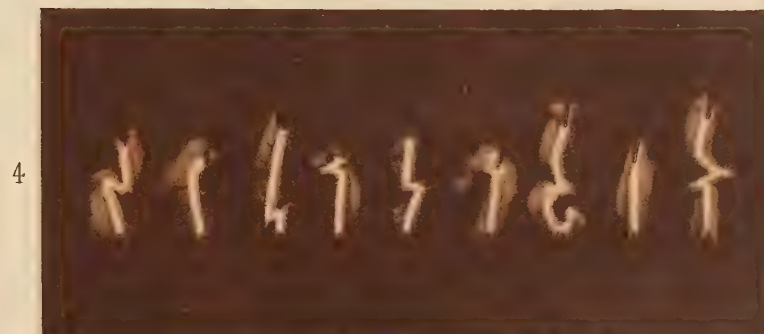
4

5

6

7

8

Bologna Lit G Wenk

Geologia delle Provincie Venete con Carte Geologiche e Profili.

Memoria del Socio corrisp. T. TARAMELLI

letta nella seduta del 2 gennaio 1881.

È nota l'abbondanza dei lavori geologici, che risguardano le provincie venete e specialmente il tratto a ponente del fiume Piave, e note del pari sono le cagioni di questo fatto. Per tale abbondanza, che non consiste soltanto nel numero delle pubblicazioni ma rappresenta un cumulo di cognizioni sicuramente maggiore in confronto di quelle acquisite per altre regioni italiane, si potrebbe giudicare, non so se troppo ardito od a dirittura temerario chi si ponga in animo di rappresentare sopra una Carta geologica in scala non grande e di raccogliere in un volume i principali risultati di questi lavori.

Anche nel caso che si avesse qualche scorta di osservazioni individuali, queste vengono, per così dire, a diluirsi in tanto mare di fatti e di teoriche. Se poi queste osservazioni individuali sono prevalentemente stratigrafiche, in una regione in cui furono rinvenute e studiate molte faune successive, con parecchie centinaja di specie cadauna; se queste osservazioni individuali fossero state fatte, come nel caso dello scrivente, dapprima nella scarsità delle cognizioni che pur troppo accompagna spesso lo slancio della attività giovanile, quindi tra la strettezza di mezzi poco più che privati, tra gli impegni dell'insegnamento, tra le cure causate da assai numerosa famiglia, con salute ognora peggiorante, senza collaboratori e quel che è peggio, con troppo limitato materiale di confronto, un tale riassunto doveva essere poco attraente e con difficoltà enormi, tuttochè lo scrivente fosse persuaso della sua opportunità e convenienza.

D'altra parte un grande numero delle osservazioni dello scrivente giace tuttora inedito. Le carte da lui colorate in grande scala per le provincie di Belluno, di Treviso e di Udine non furono, per suo espresso desiderio in quella scala pubblicate; perchè esse erano ancora lontane da quella precisione di dettaglio, che una sola persona difficilmente può ottenere in tali lavori quando sieno eseguiti sopra un'area appena un po' vasta, e perchè lo scrivente è in massima contrario a che si pubblichino con ingenti spese, nello stato attuale della nostra scienza in Italia, delle carte geologiche in grande scala. Con queste sue carte inedite, egli aveva raccolto molte note fatte dai lavori altrui, e delineati molti profili e disegnate parecchie tavole di fossili. Per la quale cosa aveva una certa attrattiva il raccogliere le vele, affinchè il fatto lavoro non riuscisse del tutto inutile ai successori ed ai colleghi, visto che manca tuttora una carta d'insieme ad un lavoro complessivo sopra questo tratto importante del nostro paese.

Un tale riassunto poteva in oltre essere un preludio e dirò meglio una prima prova di quanto si potrebbe fare tra qualche anno per tutto il Regno. Ad ogni modo rimaneva un lavoro sicuramente vantaggioso alla giovane generazione di geologi, i quali è da desiderarsi che aumentino di numero e che, pure specializzandosi in studî monografici, abbiano un concetto abbastanza preciso ed abbastanza sintetico delle varie regioni italiane; ciò al duplice scopo di poter rilevare per ciascuna di esse le lacune da riempirsi e di avere degli orizzonti estesi e quanto più è possibile sicuri. E se da anni desiderava lo scrivente tentare questa prova, era poi naturale che si decidesse a porvi mano in una occasione, che potesse procurare qualche compenso materiale ai molti sacrificî sostenuti in poco meno di quattordici anni di escursioni e di lavoro. Vero è che trattandosi di un concorso di tanta importanza, meglio che di un'opera la quale potrebbe da taluni giudicarsi, almeno in parte, di compilazione, sarebbe convenuta la scelta di qualche monografia paleontologica. Anzi lo scrivente ebbe per alcun tempo in animo di completar quella dei *fossili paleozoici* delle Alpi carniche, della quale egli aveva preparato oltre una dozzina di tavole. Ma egli non potè disporre nè del tempo necessario per aumentare le proprie raccolte, insufcienti per un lavoro definitivo, nè di bastevole materiale di studio. D'altronde seppe che dell'argomento medesimo, in condizioni molto migliori delle sue, stava occupandosi in questi anni un distinto geologo austriaco, il quale pubblicò importanti lavori sui terreni paleozoici alpini.

Se il radunare i materiali pel presente lavoro fu opera di parecchi anni, se il determinarsi alla scelta del medesimo per l'occasione del presente concorso fu altresì il soggetto di mille esitazioni, lo eseguirlo fu pur troppo il còmpito affrettatissimo di pochi mesi, impiegati nel disegnare la Carta, nel ridurre i profili, nello stendere il manoscritto, nel riprodurre migliorato un suo panorama geologico della porzione orientale del Veneto, nel disegnare altre tavole di fossili caratteristici. Se non che troppo dispendiosa sarebbe stata la pubblicazione delle Carte nella scala presentata di 1:172000 e di tutte le tavole di fossili preparate. Inoltre le tavole che si poterono pubblicare furono ridotte di scala, nè potè venire stampato il Panorama geologico. Tanto meno poi ha potuto aver luogo la pubblicazione di un *Atlante delle Alpi a levante del Brenta nei periodi cenozoizi e neozoici,* saggio di geologia continentale che l'autore, con annessa spiegazione stampata, accompagnava all'opera presente come opportuno complemento.

Quanto alle idee generali sulla tectonica alpina, egli prese conoscenza delle più recenti pubblicazioni ed espose un rapido esame delle condizioni stratigrafiche nelle provincie finitime. Per la serie dei terreni, ha procurato di attenersi alla scuola austriaca, giudicando questa in generale più avanzata nella conoscenza della geologia delle Alpi orientali. Dove fu costretto a sopprimere qualche suddivisione oppure ad adottare diversi apprezzamenti a proposito di talune equivalenze, espone le ragioni di fatto, che lo hanno a ciò determinato.

Delle splendide teorie sulla contemporaneità delle varie *Facies* litologiche e paleontologiche e della precocità delle flore rispetto alle faune, egli fece uso ma non abuso. Anche della felice idea sull'origine corallina delle dolomie noriche e carniche, di cui tratta con quell'ampiezza che è richiesta dalla importanza di queste formazioni

nel Veneto, egli ha procurato di coordinare le applicazioni colla reale moltiplicità dei piani, che presentano questo uniforme aspetto litologico; ritenendo poi le equivalenze cronologiche dei piani eteropici solo in quei pochissimi casi, in cui queste erano dimostrate da identicità di limiti verticali nelle regioni esaminate. Per tal modo, a cagion d'esempio, egli non si tenne astretto ad un assoluto parallelismo del piano di S. Cassiano colle dolomie metallifere delle Carniche e cogli scisti ittiolitici di Vinajo e di Raibl, ma ammise la successiva comparsa di queste tre forme, che per un certo tempo poterono trovarsi anche contemporanee, entro i limiti degli strati di Wengen e degli strati ad *Hörnesia*. E quando sentiva essere troppo scarsa la suppellettile dei fatti e dei dati paleontologici, antepose di lasciar aperta ogni questione di equivalenza, come fece a proposito delle varie forme del *Muschelkalk* di Zoldo e di Recoaro e per la zona di *Buchenstein*. Non troppo tenero della moltiplicazione dei semplici nomi, egli non è però meno convinto che per quanto si suddividano i piani per livelli realmente caratterizzati da speciali tipi organici, non si giungerà così presto alla reale moltiplicità dei livelli medesimi. Il danno portato della rigida applicazione dei così detti *buoni orizzonti* nella stratigrafia alpina non è certo minore di quello arrecato nello studio delle faune delle così dette *buone specie*.

Riguardo a taluni confini tra l'una e l'altra epoca, osò lo scrivente distaccarsi da autorevolissimi geologi; specialmente ove trattavasi di ammettere o meno un terreno oligocenico, da separarsi della formazione eocenica. Ma di fronte ai fatti stratigrafici, che lo obbligavano a trascurare questa divisione in un lavoro comprensivo; di fronte ai fatti paleontologici che interponevano un forte distacco tra i due piani di Castelgomberto e di Schio, coll'appoggio altresì di un autorità grandissima com'è quella del sig. Fuchs, si è lo scrivente appigliato a quel partito che presentava minori inconvenienti. Nè meno fu strettamente legato all'osservazione quando si trattò di fissare i confini tra la Creta e l'eocene; anche a rischio di distaccarsi da quanto viene ammesso dalle pluralità dei geologi.

Se in taluni passaggi, nell'esporre sinceramente lo stato rudimentale delle sue cognizioni, non ha potuto tacere alcun cenno sulle cause di tale imperfezione, non tutte di sua responsabilità; se quasi lamentò la continua e sempre crescente calata dei geologi forestieri nel campo dei suoi studî, assai poco condivisi tra geologi nazionali, dichiara che ciò non fece nè per scusare se medesimo nè per disprezzo d'altrui; sibbene per esporre il vero stato di una tacita lotta, in cui non farà stupore se l'individuo isolato, se l'insegnante obbligato alle lezioni ed agli esami nel miglior tempo per le escursioni, se il privato che in tali lavori geologici non ebbe che l'ajuto dei mezzi fornitigli dalle provincie di Udine e di Belluno e di scarso materiale scientifico, sia rimasto molto al disotto di quell'ideale che si era proposto allorchè vi si trovò impegnato.

E tanto lo scrivente si sentiva al di sotto di questo ideale, in vista delle grandi lacune rimaste anche a sua saputa nel presente scritto, che sino a pochi giorni prima che scadesse il concorso egli fu indeciso a presentarlo; e solo vi si indusse pel fatto proposito di iniziare con tale pubblicazione un lavoro comprensivo sulla geologia dell'Italia superiore e di presentare per le provincie venete un riassunto vantaggioso

ai giovani geologi, che si ha ogni ragione di sperare che si moltiplicheranno in proporzione dell'interesse geologico di questa contrada ed in conformità eziandio alla tradizione scientifica della medesima.

La spettabile Commissione, aggiudicando il premio, stabilito per la munificenza di S. M. il Re Umberto, al complesso dei lavori dei quali fa parte il presente volume, tenne calcolo sicuramente e con equa indulgenza delle condizioni nelle quali essi lavori venivano eseguiti. L'autore poi accolse con giubilo e con gratitudine il beneficio e l'onore grandissimo conferitigli, traendone conforto ed incoraggiamento; ma non mancò di considerare quanto migliore avrebbe potuto esser l'opera sua, ove fosse stata condotta con più forte e più colto ingegno e compiuta senza l'incubo inevitabile di una scadenza a tempo determinato ([1]).

CAPITOLO I.

Rapido sguardo alle condizioni geologiche nelle regioni finitime al Veneto.

Non dispiaccia al lettore questa preliminare rivista alle regioni finitime all'area della nostra Carta, quantunque essa non sia che un ricordo di cose generalmente note. Questo ricordo sembrami la più opportuna introduzione allo studio che siamo per fare; facilitando la via per quei necessarî confronti, che verrò mano mano istituendo affinchè questo mio lavoro si coordini con quanto recentemente venne fatto pel rimanente delle Alpi meridionali. D'altronde, come ho detto, indirizzo questo scritto in particolare modo a guida elementare dei giovani geologi italiani, i quali poi nello studio monografico delle singole formazioni e delle singole faune non mancheranno di attingere alle più dettagliate opere, che recentemente illustrarono la geologia alpina, quei dettagli, che io dovetti trascurare. A loro pertanto non sarà questa rivista, io spero, nè inutile nè noiosa.

Chiamerò io pure orientale la regione lombardo-veneta; ritenendo che una semplice divisione della catena alpina con una linea decorrente dal lago Maggiore al

([1]) Le parti delle quali si componeva il lavoro presentato al concorso erano le seguenti:

1° *Manoscritto* di pag. 911 in due volumi.

2° *Atlante* di fossili caratteristici con 23 tavole. Le prime 13 tavole risguardanti i fossili paleozoici carboniferi.

3° Tavole delle *fratture*.

4° Tavola dei *ghiacciai antichi*.

5° Busta con n. 32 *spaccati*.

6° Un *panorama geologico*, come saggio delle vignette geologiche, che si potrebbero introdurre in più piccolo formato ma collo stesso sistema di coloritura.

7° Una *Carta geologica* del Veneto in scala da 1:172.80, montata su tela.

8° *Monografia dei terreni alluvionali e morenici del Veneto.* Una Memoria con tavole.

9° *Sul Ferretto della Brianza.* Memoria con tavole colorate.

10° *Appunti geologici sulla provincia di Belluno.* Memoria senza tavola.

11° *Atlante* (inedito) sulle Alpi a levante del Brenta, nei periodi terziarî e posterziarî.

lago di Costanza sia preferibile alla più comune distinzione della catena stessa in tre parti, con limiti piuttosto geografici che geologici. Di questa regione orientale esaminerò a preferenza la porzione con terreni sedimentarî non alterati, poichè di questi è quasi esclusivamente formata la regione che dobbiamo esaminare e perchè uno scuro velo ricopre ancora la cronologia delle formazioni cristalline, più antiche del Siluriano.

Tale rivista incominceremo in provincia bresciana, quindi passeremo in rapido esame il Tirolo meridionale, la Carinzia, la Carniola ed il litorale istriano, regioni alle quali negli ultimi anni ho estese le mie escursioni; non già per scoprire cose nuove dopo gli studî fatti dai geologi, ma per istruirmi sul valore di quelle analogie e di quelle differenze che verrò mano mano esponendo.

1. *Provincia bresciana.*

Dalla ispezione dei profili rilevati dal compianto Curioni [1] lungo le sponde del lago d'Iseo, per quanto essi debbono essere ritenuti di assai lontana approssimazione, rileviamo importanti analogie colla regione veneta. Tali sono: Lo sviluppo amplissimo delle arenarie variegate; la evidente inferiorità di una zona potente di dolomie rispetto al piano Raibliano (Gorno e Dossena); lo sfumarsi di questa zona dolomitica verso la sua base in un complesso di strati calcari e dolomitici, alternati con formazioni litorali e con aggregati vulcanici del Trias medio; lo sviluppo enorme con bei fossili caratteristici della dolomia principale; il divenire già prevalenti i calcari e le dolomie infraliasiche in confronto dei sottostanti scisti argillosi; più che tutto poi la posizione stratigrafica, dolcemente ondulata e la natura litologica delle formazioni giuresi. Quivi infatti prevalgono quegli stessi calcari grigi, più o meno selciosi e regolarmente stratificati, che nel Veneto abbracciano parecchi piani geologici, dal Lias all'Oxfordiano. E questi calcari si combinano con altre rocce, come le ooliti, i calcari marmorei e le dolomie farinose, intercalate a varî livelli; in modo analogo a quanto si osserva nel Veneto. I piani del Titoniano e del Neocomiano continuano sino al fiume Oglio; la Creta media e superiore però assumono rapidamente quell'aspetto litologico, che presentano nel Veneto solo in alcuni punti delle montagne cadorine e che si ripete nel versante danubiano dei monti della Bosnia.

Se noi poi, abbandonando questa linea di profilo del lago d'Iseo, ci accostiamo alla grande sinclinale del Garda, troviamo che le analogie si continuano anche attraverso la serie terziaria; compreso il fatto assai importante della mancanza dei terreni astiani marini, per quanto io sappia, assoluta a levante di Castenedolo.

In ordine tectonico troviamo tra il Bresciano ed il Veneto un'altra importante analogia nel fatto che a mezzogiorno ed a qualche distanza della potente formazione granitica dell'Adamello, vi è un affioramento di roccie scistoso-cristalline, contornato tutto all'ingiro da rocce permiane e mesozoiche. Evidentemente questo affioramento, formatosi nel contorto mantello mesozoico là dove la direzione est-ovest dalla catena orobica viene rapidamente cangiata nella direzione della catena retica e della frattura Idro-Merano. Il modo analogo, anche nel Veneto a levante della sinclinale del

[1] G. Curioni, *Geologia applicata delle provincie lombarde.* Vol. 2° con C. geol. Milano, 1875.

Garda, troviamo nel bacino di Recoaro, nella valle del Leogra ed in val di Posina una serie di affioramenti scistosi analoghi a quello della Val Trompia; ed a settentrione della cerchia mesozoica, da cui sono essi recinti, troviamo la massa granitica del Cima d'Asta, compresa negli scisti e sostenuta, come vedremo, da formazioni anfiboliche analoghe a quelle che si osservano così nell'Adamello come nei monti della Valtellina. Tale analogia è bensì da tempo riconosciuta; manca però uno studio comparativo delle varie rocce scistose e gneissiche delle due regioni. Il Curioni, pur confermando la osservazione del sig. Suess della esistenza di una roccia gneissica in Val Serimando, dichiara non doversi questa confondere coi veri gneiss, per lui così scarsi nelle Alpi lombarde. Accenna inoltre a rinvenimenti di filliti giudicate carbonifere in massi erratici sulle sponde del Chiese, a sud di Creto; la quale asserzione, congiunta alla esistenza di scisti carboniosi in più siti della Valle Camonica, fa intravvedere la possibilità che più accurate ricerche possano scoprire nell'affioramento scistoso di cui parliamo o per lo meno nella massa di scisti che ricopre la tonalite, il proseguimento del piano Carbonifero, sicuramente esistente nella Lombardia occidentale [1]. Quanto poi alle due masse granitiche, verosimilmente sincroniche dell'Adamello e del Cima d'Asta, abbiamo per l'una e per l'altra due recenti ipotesi, delle quali non mi sono persuaso. Infatti l'idea del signor Lepsius sulla emersione recente della tonalite e sulla azione metamorfica da essa esercitata sui calcari del Trias, sembra a me pure bisognevole di ulteriori argomenti; essendochè quelle formazioni, a suo avviso mineralizzate pel contatto di essa tonalite, offrono alcune analogie colla zona dei calcari saccaroidi sottostanti ai graniti valtellinesi e del Canton Ticino. Di guisa che io sarei per spiegare il passaggio di queste rocce ai calcari fossiliferi del Trias medio (se pure questo passaggio realmente esiste) immaginando quei calcari formanti scogli nel mare norico, quindi variamente alterati per quel complesso di azioni metamorfiche, dal quale non venne risparmiata alcuna roccia anche tra le recenti. Per la tonalite dell'Adamello, mi accosterei all'idea del signor Curioni, il quale la giudicò anteriore agli scisti che le fanno mantello tutto all'ingiro.

[1] La zona carbonifera della catena orobica fu in vero esagerata e poco precisamente delimitata sulla carta del sig. Hauer (1866); essa però vi esiste in realtà con rocce che gradatamente si accostano a quelle della tipica località di Manno, presso Lugano, ma che sino ad ora non somministrarono petrefatti. Queste rocce comprendono e sopportano *gli scisti di Carona*, sottostando concordanti ai conglomerati permiani ed alla estesa e potente zona euritica di Fondra, che rappresenta i porfidi quarzosi. Discordano ovunque dagli scisti granatiferi, dai gneiss, e dal granito gneissico dello spartiacque, nonchè dalle sericiti, che sotto a queste rocce rappresentano a mio avviso le pietre verdi di Val Malenco e la serie isocrona dei dintorni di Bormio. Di ciò ho potuto convincermi in una recente escursione nel Val Brembana, in cui ebbi a compagno l'egregio amico dott. Antonio Varisco. Questo signore ha elaborata con diligenza una pregevole carta geologica della provincia di Bergamo e radunata nel Museo civico di quella città una delle più ricche ed ordinate raccolte che si possano vedere in Italia. Spero che egli medesimo potrà tra breve rendere di pubblica ragione le sue osservazioni risguardanti anche lo spartiacque orobico e frattanto mi permetto di esternare la conclusione alla quale siamo insieme addivenuti della *spettanza al Carbonifero superiore degli scisti di Carona;* ciò a conferma della determinazione ripetutamente espressa dal sig. Stoppani e per togliere ogni dubbio, che in proposito potrebbe essere elevato dalle induzioni di alcuni geologi che non hanno visitato la località.

Però non ho bene compreso che cosa abbia voluto esprimere il nostro geologo coll'epiteto di *emersoria*, che applica ripetutamente a quella massa granitica, pur dichiarandola non vulcanica e priva d'ogni relazione colle rocce eruttive della regione circostante. Ricorderò pertanto come egli non ignorasse la presenza di scisti granatiferi presso il passo del Termine e la zona mineralizzata, descritta dal signor Lepsius e prima ancora accennata dal sig. Ragazzoni.

Riguardo poi il granito della Cima d'Asta, comparve recentemente l'idea del sig. Mojsisovics, il quale vi scorgerebbe il centro eruttivo dei porfidi quarzosi tirolesi. Discuterò a suo luogo questa ipotesi; per ora esprimo la convinzione che il granito del Cima d'Asta non abbia coi porfidi alcunchè di comune, nè per epoca nè per caratteri mineralogici; mentre riconosco tutte le analogie che stanno tra esso e la massa della tonalite dell'Adamello.

Più sicuri furono i risultati degli studî circa il Permiano; specialmente in grazia della florula del Coglio, determinata da Gainitz e recentemente dichiarata dal Gümbel assai più antica di quella di Neumarkt presso Bolzano e di Recoaro, entrambe triasiche. È pure constatato il fatto che essa è compresa in strati superiori ad una colata di porfido euritico; rimanendo però l'altro fatto che al monte Colombine questa roccia rinviensi anche al disopra delle filliti permiane e che rocce analoghe a queste sono attraversate da porfidi quarzosi presso Bagolino. Quivi, nelle prealpi bresciane, sembra mancare il calcare a *Bellerophon*, del quale vedremo l'enorme sviluppo delle Alpi venete, e che sembra in generale dai geologi austriaci ritenuto pur esso come permiano. Con questo calcare mancherebbe nella provincia bresciana e nel resto della Lombardia la esatta rappresentanza della più profonda formazione gessifera veneta. Almeno sino a tanto che sarà dimostrata la mancanza nella Lombardia occidentale degli strati di Werfen a *Naticella costata* possiamo ritenere che i piu antichi gessi lombardi, similmente a quelli del bacino di Recoaro, siano allineati alla base del Trias medio. Riconosco però che volendo accettare completamente le idee della scuola viennese sul Permiano alpino, la costituzione del Trias inferiore di Lombardia verrebbe ad essere profondamente modificata; nè per ora conviene che mi addentri in siffatta questione. Fatto sta che delle due formazioni simiglianti, che comprendono la detta zona a *Bellerophon* del Tirolo e del Veneto, cioè delle arenarie di Werfen e di quelle di Val Gardena, queste ultime, coi loro conglomerati contenenti ciottoli porfirici e con i scisti talcoso-micacei variamente colorati, costituiscono il livello più continuo e più sicuro alla base del Trias, mentre le più recenti arenarie a *Naticella costata* compaiono saltuariamente e nella Lombardia occidentale si conoscono ancora in modo imperfetto. Nella Valle Camonica e nella Val Trompia il sig. Curioni le riferiva al Muschekalk, come fece il sig. Loretz pel Veneto e pel Tirolo sud-est [1].

Nella Val Trompia come nella Val Sugana e nel Recoarese, troviamo alle arenarie variegate associata quella roccia oolitica assai caratteristica con piccoli gasteropodi (*Chemnitzia gracilior* Schaur, *Pleurotomaria triadica* Ben, *Turritella costifera*

[1] Ho suggerito lo studio del limite tra il Permiano ed il Trias nella Lombardia al mio bravo allievo, il dott. Tommasi Annibale, il quale in proposito pubblicò recentemente un'importante monografia (*Il Trias inferiore delle nostre Alpi* ecc. Milano, 1882, tip. Vallardi.)

Schaur ecc.) la quale mantiene generalmente il livello inferiore, in confronto delle arenarie variegate; mentre queste passano per gradi ai calcari del Muschelkalk. I calcari poi compaiono con entrambi i piani ad *Encrinus gracilis* ed a *Retzia trigonella;* il secondo con bei cefalopodi, quali l'*Arcestes Studeri* ed il *Ptychites trompianus.* Vedremo a quale di questi piani corrisponda la zona di Dont nel Bellunese. Nella Lombardia, lo studio dei piani fossiliferi tra il Servino ed il livello di Gorno è tutto da farsi o da rifarsi e spero che ciò accadrà non soltanto per opera dei geologi stranieri. Ora non possiamo che alla lontana presentire le equivalenze delle varie formazioni; se pure queste non sono nascoste sotto i più diversi tipi litologici. Essendo che anche alla Lombardia si estesero quei fenomeni vulcanici, i quali coi loro prodotti alterarono la natura dei sedimenti, causando tale spostamento nelle zone calcari da trovarsi noi, a cagione d'esempio, nella Val Brembana colle *pietre verdi* analoghe a quelle del Bellunese in contatto colla zona raibliana. Gli scisti ad *Halobia*, compaiono a Prezzo, al Dosso Alto ed a Marcheno; ma ignoro a quali corrispondano dei molti livelli con tali bivalvi nelle Alpi venete. Analogamente le dolomie infraraibliane, colle loro radici più o meno profonde nel piano di Wengen e colla loro espansione massima a varia distanza dal piano ad *Hörnesia*, si presentano in tutta la provincia di Brescia e si continuano con vario e talora grandissimo sviluppo attraverso tutta la Lombardia; sempre assai distinte dalla dolomia principale. Se nella catena a sud di Coglio l'interstrato marnoso raibliano sembra mancare, ciò si deve naturalmente ad un salto; stantechè poco lontano nella Val Sabbia, al Ponte Girelli e presso Sordelli di Nozza, i fossili raibliani, a detta del sig. Curioni, sono abbondanti e tra i più caratteristici. Nè la Carta, nè l'opera di questo geologo, l'una e l'altra pubblicate quando egli per la tarda età non poteva seguire gli ultimi risultati della stratigrafia alpina, somministrano in riguardo ai terreni keuperiani quella ricchezza e quella precisione di dati, che hanno permesso altrove una sicura delimitazione di piani, distinti per gruppi ben definiti di specie o parallelizzati in base ad evidenti equivalenze. Tale deficenza, che noi certamente non attribuiremo all'autore, non cessa di essere dannosissima pei confronti, che si dovrebbero stabilire in questo lavoro; tanto più che gli studî e le ricerche che in questi ultimi anni ho potuto imprendere nelle provincie lombarde non mi condussero che ad aumentare la serie dei dubbî ed a persuadermi sempre più della necessità in Italia di un sistema, che coordini le forze di parecchi e che ci renda una buona volta capaci di studiare da noi come si conviene il nostro paese. Alcuni di tali dubbî sarebbero: la reale spettanza al piano Raibliano di tutti quegli strati calcareo-marnosi con *Myophoria Kefersteini* (?) che sono indicati con sì grande continuità dal Lario al Benaco; il livello dei calcari dolomitici a gasteropodi del tipo di Esino, rinvenuti in Val Trompia; l'epoca di emersione dei porfidi di M. Guglielmo, probabilmente analoghi a quelli che attraversano la serie calcarea bergamasca sino al piano del Lias medio [1]. Tali dubbî non furono ancora sciolti nè dal sig. Lepsius nè dal sig. Gümbel. Il primo però di questi geologi somministra importanti analisi

[1] Gli strati delle rinomate *pietre coti* presso Pradalunga, alle falde nord-ovest del monte Misma, sono attraversati da dicchi di quello stesso porfido anfibolico, che nel non lontano bacino di Gandino e nella Val Calderina si iniettò nella formazione infraliasica.

di *microdiabasi* e di *porfiriti* della Val Sabbia, a quanto pare tutte alternate cogli strati norici.

Fortunatamente ai limiti superiori del Trias quivi troviamo nella dolomia a *Dicerocardium* un prezioso livello, il quale appunto tra i laghi di Garda e di Iseo presenta le località fossilifere, d'onde lo Stoppani trasse i materiali del suo studio importante sulle bivalvi cardiformi.

Nella seguente formazione infraliasica scorgiamo poi in provincia bresciana l'evidente attenuarsi del piano inferiore ad *Avicula contorta* e lo scomparire della zona degli scisti neri tra le due dolomie, nella superiore delle quali spicca sempre più marcata la forma corallina, qua e là con nidi di brachiopodi ancora mal conosciuti; come presso Caino, al Dosso Lungo ed in Val Degagna. Però più a settentrione, nel gruppo del monte Lanino, la formazione infraliasica riproduce il tipo della serie lariana in varî lembi, che furono accuratamente descritti dal sig. Lepsius ([1]).

Il Lias della Lombardia orientale, ad onta della pregevolissima monografia dei fossili di monte Domaro elaborata dal sig. Meneghini ([2]) presenta tuttora una incertezza stratigrafica assai lamentevole; specialmente pel fatto giustamente riconosciuto anche dagli altri geologi che quei fossili si raccolgono nello sfacelo argilloso, dilavato dalle acque lungo la china di un affioramento abbastanza ampio, dove certamente si hanno le testate di più piani; e noi sappiamo quanto tenue di solito sia la potenza di questi nelle formazioni giuresi. Pare molto verosimile che la *Corna*, cioè il calcare magnesifero, subsaccaroide, analogo a quello di Saltrio e di Zandobbio, nel Bresciano spetti di fatto alla base del Lias. Secondo il Curioni, nei calcari selciferi collegati con questa dolomia a Botticino Sera e presso S. Eufemia si raccolse la *Spiriferina Walcotii* e presso Gardone si rinvennero arietiti simili a quelli giganteschi di Moltrasio, ed a S. Eufemia lo *Stephanoceras muticum* d'Orb. Nei piani più recenti compare eziandio un orizzonte a *Posidonomya Bronni*, sulla strada di Castel Serle ed al Gardettone. Presso monte Domaro, superiormente alla zona fossillifera, sonvi dei calcari conchigliari a piccoli gasteropodi, ed ancora più in alto dei calcari mandorlati, variegati, con traccie di ammoniti, come ho potuto constatare in una rapida escursione in quella località. Il *Medolo*, cioè il calcare grigio giallognolo spesso selcifero ed a strati regolari e poco potenti, è roccia comunissima a varî livelli non solo in provincia bresciana ma in quasi tutta la bergamasca sotto al piano ad *Harpoceras bifrons*. Queste denominazioni locali, che si spera abbiano a scomparire dal linguaggio della geologia italiana, hanno lo stesso amplissimo significato che quella di *calcare grigio* pel Veneto. Forse il più recente orizzonte del *calcare selcifero* del sig. Ragazzoni può avere una certa importanza, coincidendo col *rosso* ad *Aptichi* della Lombardia occidentale. Ma pur ritenendo, come io credo, dimostrata la individualità di questo piano, quale è poi la sua posizione nella serie giurese?

Forse è attendibile per la sua estrema probabilità il rinvenimento della *Rhynchonella bilobata* presso Castel Serle, come traccia del non molto discosto ed importantissimo piano di S. Vigilio sul Garda. Ma chi oserebbe fidarsi a queste induzioni

([1]) R. Lepsius, *Das sud-westl. Tyrol geologisch dargestellt.* Berlin, 1879.

([2]) *Paléontologie lombarde. Les fossiles du calcaire rouge ammonitique de Lombardie.* 1864-79.

nel segnare il passaggio della serie giurese veneta, sufficientemente nota, alla serie omologa della provincia di Brescia, dove in realtà i piani fossiliferi sono varî e poco estesi? Da molti anni, sia lode al vero, tra gli Italiani, un solo naturalista, cioè il sig. Ragazzoni (egli pure occupato da altre mansioni e giammai efficacemente aiutato) si consacrò alle ricerche sulla geologia bresciana ed alle sue verbali indicazioni largamente attinsero, non meno che nelle sue raccolte, i geologi così nazionali che stranieri. È a lui che si devono queste preziose fila, sulle quali la serie mesozoica della regione in discorso verrà coordinata nella serie prealpina. Frattanto dobbiamo restar paghi alla speranza di più sicuri confronti.

Superiormente al *selcifero* troviamo anche nelle prealpi bresciane quella duplice forma del Neocomiano, che si accompagna sino ai dintorni di Mendrisio e di Varese; cioè il calcare omogeneo, a nuclei di selce, con soture lobate e di colorito più o meno chiaro, che vien detto *maiolica*, e le marne scistose di colorito plumbeo, con sfacelo feracissimo, che si osservano tanto sviluppate così presso Polaveno, a levante di Iseo, come nei dintorni di Entratico e di Cenate. Di fossili, oltre agli scarsi fucoidi, nemmeno l'ombra nel calcare e nelle marne; ed è assai singolare questa rapida scomparsa dei varî piani fossiliferi, che nel Veneto s'incontrano ai confini tra la Creta ed il Giura. Il professor Ragazzoni diceami esser stati rinvenuti degli esemplari di *Terebratula diphya* al passo tra Clusane e Paratico, attraverso il colle d'Adro. Questi con altri pochi fossili, trovati presso Carenno e presso Induno, sarebbero sino ad ora gli unici indizî del piano Titoniano in Lombardia. La *scaglia rossa* della creta superiore, formata la punta di Sirmione, non si manifesta più oltre nella provincia bresciana, tranne che in quel limitato lembo di terreni giuresi, il quale rimane per un salto instaposto alla dolomia retica sulla sponda destra del Garda presso Tremosine. Però questa roccia, cogli stessi passaggi alla serie eocenica come nel Veneto, compare in parecchi punti della Brianza, massimamente tra Montorfano comasco e Cammago e nei colli di Montevecchia.

Della Creta ippuritica briantea e bergamasca nemmeno una traccia a levante dell'Oglio. Un tenue lembo di arenarie a fucoidi sul lato orientale del colle di Adro è l'ultimo ricordo di questa formazione, che doveva essere abbastanza estesa anche nell'area delle montagne venete, come sembra dimostrato dai giacimenti cadorini di cui vedremo a suo luogo. Studiata alle falde della catena, la formazione cretacea superiormente al Neocomiano prelude colla sua profonda differenza dall'aspetto veneto a quelle importanti dissomiglianze tra le due contigue regioni, che si fanno sempre più manifeste col succedersi dei piani cenozoici.

Poco si può dire di preciso sulla serie terziaria della provincia bresciana. Nell'affioramento nummulitico da Manerba a Portese sul Garda si passa dall'eocene all'oligocene e gli strati di Schio affiorano quivi presso per breve tratto lungo il Chiese. L'aspetto poi di entrambi questi terreni è identico a quello, che essi presentano nella Val Sugana ed alle falde del monte Baldo, ai colli di Rocca di Garda e di Moscali. All'estremità occidentale del Garda, sotto al terreno morenico lo sviluppo dell'eocene deve essere assai ampio; imperocchè in un punto tra Lonato e Desenzano lo si vede affiorare col piano a grossi nummuliti e con roccia simile a quella di Val Rovina

nel Vicentino [1]. Gli strati oligocenici poi sono analoghi ai calcari glauconiosi a nullipore del Veneto orientale e passano come quivi a molasse con ictiodontoliti e con grande abbondanza di *Pecten Haueri*. Questi rappresentano evidentemente la continuazione, secondo l'asse della sinclinale benacense, delle glauconie di monte Brione, presso Riva, anche recentemente descritte dal sig. Lepsius e dal sig. Gümbel.

Non è a mia conoscenza che siano stati rinvenuti in questa regione altri piani marini miocenici, ma posso confermare l'opinione dello Stoppani sulla spettanza al miocene del conglomerato di Montorfano bresciano e della Badia, associato in quest'ultima località ad una marna lacustre zeppa di chiocciole e con filliti. Il sig. Sordelli [2], sovra esemplari quivi raccolti dal sig. Ragazzoni e da me, ha determinato le seguenti specie:

Cyclostoma antiquum A. Brong.
Helix Ramondi A. Brong.
Helix Norceli Desh.
Cyperus cf. *sirenum*.
Myrica Ragazzonii Sord.

Le conchiglie terrestri sono tra le più caratteristiche dei depositi continentali del miocene a Beauce ed a Hochheim, presso Mazonga, nella zona detta dell'*antracoteriano*. Devesi poi ricordare come il signor Hauer avesse fino dal 1858 riportato la notizia che alla estremità settentrionale del colle il signor Zepharovich trovasse delle nummuliti, in piani a quanto pare concordanti con quelli dimostrati miocenici dalle determinazioni del signor Sordelli.

Potrebbe darsi che la massa superiore di questo conglomerato calcare possa spettare all'alluvione del pliocene antico, che vedremo nel Veneto sviluppatissima e distinta dalle alluvioni quaternarie preglaciali; formazione importantissima nello studio della genesi della orografia attuale. Ancora in provincia bresciana troviamo il più orientale dei depositi marini *astiani*, al colle di Castenedolo; altro importantissimo dato per l'accennata ricerca. Il sig. prof. Ragazzoni, in un recente scritto [3], mentre dà notizia di alcuni scheletri sepolti nell'argilla pliocenica di questa piccola eminenza, somministra interessantissimi dettagli sulla serie dei terreni che vi si osservano. Questi sono:

a) Banco di Ferretto, di circa met. 4, che ricopre massi eratici di granito e di porfido, del primo periodo glaciale.

b) Conglomerato calcareo-selcioso, potente met. 4, con conchiglie marine, che l'autore ritiene trasportate da luoghi più elevati e poco discosti verso nord.

c) Quattro a cinque metri di arenarie alternate con argille.

d) Sabbie gialle.

e) Argilla verde-azzurra, fossilifera, ricoprente un' alternanza di strati di coralli e di conchiglie.

f) Sabbie gialle incoerenti e molto micacei.

I fossili raccolti nelle argille sono delle specie più comuni nel Subapennino.

[1] E. Paglia, *Saggio di studî naturali sul territorio mantovano*. Mantova, 1879.

[2] Sordelli Ferdinando, *Sui fossili e sull'età del deposito terziario della Badia presso Brescia*. Atti della Soc. it. di sc. nat. Milano, Vol. XXI, 1882.

[3] G. Ragazzoni, *La collina di Castenedolo sotto l'aspetto antropologico, geologico ed agronomico*. Brescia, 1880.

Anche per gli increduli dell'uomo pliocenico, del quale l'egregio mio amico ritiene di aver raccolte buone prove, questa serie è molto interessante; tanto più che il conglomerato è sollevato ed infranto secondo due direzioni a nord-est ed a nord-ovest. Quivi abbiamo a mio avviso la più chiara dimostrazione della indipendenza del terreno pliocenico dal quaternario, alluvionale o morenico. Quel conglomerato, che ricopre le argille fossilifere ed è leggermente spostato, rappresenta i banchi più profondi del *ceppo lombardo*, il quale così lungo il Brembo presso Almenno come lungo l'Adda da Paderno a Vaprio, presenta una inclinazione, che è certamente superiore a quella probabile per una conoide fluviatile ma sicuramente meno pronunciata in confronto degli spostamenti subìti dalla sopra accennata alluvione del *pliocene antico* nel Veneto e nel Bresciano.

Delle formazioni quaternarie in relazione coll'anfiteatro morenico del Garda, nonchè delle alluvioni del Mella e del Chiese, ci occuperemo più tardi; poichè questo sistema di terreni esogeni si estende per buona parte nell'area della nostra Carta. Per ora mi basta affermare che nessun argomento di fatto lascia supporre che il ghiacciaio del Garda sia disceso nel mare pliocenico padano; mancanza altrettanto importante quanto sicura per essere questa una regione tra le più esplorate.

Quanto alla tectonica delle accennate formazioni, in provincia bresciana talune grandi linee si ponno già al presente rilevare; sebbene ci manchino dati precisi e lavori dettagliati sull'argomento. Pure ammesso che la massa granitica dell'Adamello sia stata affatto passiva nel corrugamento posteocenico, che impresse i tratti orogenici alle formazioni sin qui esaminate, è certo però che la esistenza di questa immane ammigdala di rocce compattissime entro la massa dei terreni scistosi deve avere influito non poco sul fatto della evidentissima frattura Idro-Merano; come non è improbabile che in modo analogo la massa del Cima d'Asta abbia determinata la frattura della Val Sugana. A levante di quella frattura si formava la stretta sinclinale del Garda, la quale, erosa lungo il suo asse in un periodo continentale cenozoico, fu poi convertita in bacino lacustre. Mentre a levante di questa grandiosa sinclinale, il mantello mesozoico formava una morbida cupola di cui vedremo i dettagli stratigrafici più oltre, e questa cupola veniva intaccata soltanto sino alla base del Lias; dal lato occidentale, in corrispondenza di uno sprone dell'accennata massa di tonalite, s' è formata una cupola in origine più acuta e che fu più profondamente erosa, esportandosene tutti i terreni mesozoici e permiani sino all'affioramento degli scisti cristallini di Coglio.

Tre principali fratture, ad un di presso parallele all'asse del Garda, infransero questa volta: la più orientale, che si continua colla frattura Idro-Merano, la mediana in corrispondenza al tratto di Val Trompia da Bovegno a Gardone, e la terza, accompagnata da forte scorrimento, in corrispondenza del lago d'Iseo.

In senso perpendicolare a queste faglie decorre la frattura di Pisogne, che determinò l'erosione del bacino del Coglio. Il profilo dettagliatissimo delle alpi bresciane, elaborato con molta cura dal sullodato signor Ragazzoni, presenta moltissimi altri accidenti secondarî, specialmente a sud del Dosso Alto e nei pressi di Vestone; ma ora non torna lo scendere a più minuti particolari.

Era già scritto il presente capitolo quando venni a conoscenza dell'importante

lavoro del signor Bittner (¹) sulle Giudicarie e sulla Val Sabbia. Da questo studio veramente esemplare rimane comprovata la mancanza della zona a *Bellerophon* in questa regione, tra il Permiano ed il piano basilare del Trias. Dei due piani fossiliferi del Muschelkalk a *Balatonites balatonicus* ed a *Ceratites trinodosus,* specialmente del secondo, si scoprono numerose località, tra le quali le più ricche sono Cornovecchio, Pieve di Buono, Strada, Prezzo e Cimega. Al piano di Buchenstein, pur esso caratterizzato da fossili discretamente abbondanti, compare la *Pietra verde* alternata con banchi a grossi cefalopodi, quale richiamo della regione cadorina. Il piano di Wengen compare in entrambe le sue forme eteropiche, cioè: degli scisti a *Daonella,* ricchi di fossili a Prezzo, Valle Roncon, Dosso de' Morti, Presagne, Ono e Treviso, e della dolomia d'origine organica, la quale forma la base del Gaverdina e si sviluppa a preferenza nella provincia bresciana. Il Raibliano a Cologna e al monte Gagliolo offre le caratteristiche Mioforie ed Hörnesie e presenta quello sviluppo di argille varicolori, che poi lo distingue sempre più nella Lombardia occidentale con analogia a qualche tratto delle provincie di Belluno e di Udine. Alcuni nuovi fossili oltre ai caratteristici, noti nelle dolomie di Ampola, rendono istruttive le notizie sulla dolomia principale, che anche in quei monti è sviluppatissima; e sopra di essa nel piano infraliasico, già abbastanza studiato dal signor Lepsius, scopronsi nuovi petrefatti e più precisi rapporti di equivalenza tra le sue forme litologiche.

Ancora più importanti sono le notizie sul Lias, il quale coi suoi piani inferiori, con analogia a quanto si osserva nel Veneto, abbonda di brachiopodi, mentre nel piano superiore offre tra gli altri la *Stephanoceras crassum* ed i *Phylloceras Partschi* e *Mimatense*, comuni nel piano ad *H. bifrons* di Erto e Longarone in roccia a tinta chiara, in cui si continua dai geologi austriaci a vedere l'equivalente del *calcare grigio* del Veneto; denominazione da eliminarsi, stantechè mancano di importanza quali specie orientatrici le terebratule che se ne vollero caratteristiche. Vedremo a suo luogo quanto si può ritenere provato a proposito delle equivalenze, supposte tra le così dette *facies* sopraliasiche delle nostre Prealpi.

Delle formazioni giuresi assai sviluppato è il piano a Rinconelle, equivalente ad un dipresso a quello di S. Vigilio; mentre i soprastanti livelli del Giura e della Creta sono assai scarsamente rappresentati e poco fossiliferi, con singolare contrasto a quanto si osserva a levante del Garda. L'eocene si presenta all'angolo orientale del lago di Tenno ed alle falde del monte Cogorna, presso Balino, coll'aspetto del *Flysch* e con banchi nummulitici, come in Friuli ed in Lombardia. Al monte S. Bartolomeo, presso Salò, l'autore indica delle argille sabbiose con *Pecten*, separate dall'eocene per mezzo di una formazione di costiera, nelle quali probabilmente compare un rappresentante delle analoge rocce di Porcino, con analoga incertezza se si tratti o meno di terreno miocenico.

Nè meno importanti sono le relazioni tectoniche, per questa regione rilevate con rara abilità; come quelle che mostrano quanto complicate siano le curve che si succedono con direzione nord-est, lateralmente alla grande ruga del Garda e come esse tutte

(¹) A. Bittner, *Ueber die geologischen Aufnahmen in Judicarien und V. Sabbia.* Jahrb. k. k. geol. R. A. 1881, 3 Heft.

sieno nel senso della loro lunghezza interrotte da rotture secondo piani variamente inclinati e sieno dislocate da scorrimenti obliqui, in causa delle pressioni laterali. Si dimostra la insussistenza dell'idea del signor Lepsius sulla recente emersione della tonalite dell'Adamello, di cui la funzione tectonica viene dimostrata analoga a quella del granito del Cima d'Asta, come pensava io pure. È un' altra conferma di quella simmetria meravigliosa, che lega i tratti stratigrafici ed orografici ai due lati della stretta sinclinale del Garda, per modo che qui assistiamo, si può dire, ad uno dei più importanti particolari di quel corrugamento, pel quale, secondo le idee del sig. Suess, sarebbe sorta in epoca posteocenica la catena alpina.

2. *Tirolo meridionale.*

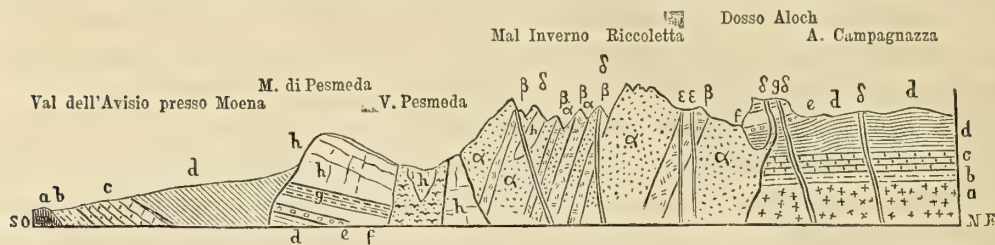
La regione che ci interessa maggiormente per più opportuni confronti è compresa tra la valle dell'Adige inferiormente a Klausen e la nota linea di frattura Val Sugana-Agordo. Quanto alla porzione sud-ovest del Tirolo poco diremo. Essa ci presenta la stretta zona scistosa, che contorna la tonalite e che il Lespius riferisce con dubbio alle quarzofilliti; vi troviamo sviluppatissimi i porfidi permiani, coperti dalle formazioni aggregate comuni a tutte le Alpi; la serie mesozoica è talora completa, tal'altra interrotta da una discordanza, in guisa che il Kimmeridgiano riposa sulla dolomia principale; essa presenta altresì in Val Concei ed alle falde del monte Gaverdina cefalopodi liasici, che si vollero parallelizzare quivi colla zona fillitica veneto-trentina. Alla malga di Cles ed all'alpe di Sasso Alto esiste il piano oolitico, cogli stessi brachiopodi che a S. Vigilio e sopra esso sonvi anche gli strati a *Posidonomya alpina*. Estesissima vi è la zona titoniana, con giganteschi esemplari della terebratula caratteristica; la ricoprono il biancone e la scaglia come nel Veneto, quest' ultima con *Belemnites mucronatus* e passante senza discordanza agli strati nummulitici. Assai singolare è la mancanza nell'eocene di rocce basaltiche, quando a non grande distanza le troviamo a Bretonico, al di qua della piega del Garda; dimostrandosi con ciò la indipendenza di questo fenomeno vulcanico dalle faglie formatesi solo più tardi. Queste faglie, per quanto importanti e continue, non furono però tali da permettere che lungo di esse si manifestasse alcuna eruzione contemporaneamente all'attività vulcanica nel gruppo euganeo, indubbiamente posteriore a quella che produsse le doleriti ed i basalti.

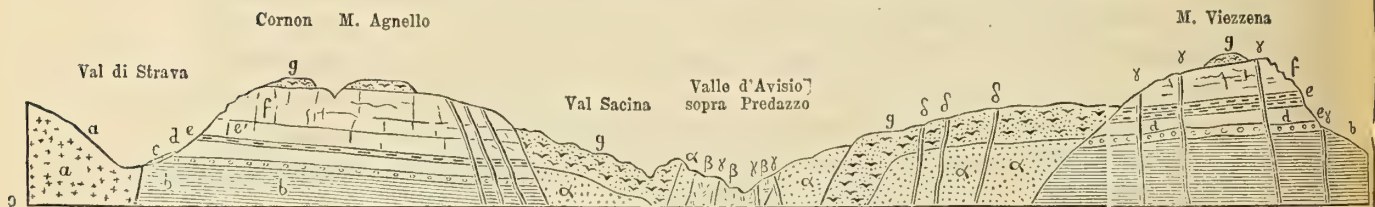
Portando la nostra attenzione sul tratto delle Alpi retiche che confina col Veneto, troviamo la potente formazione dei porfidi quarzosi, stesa sopra gli scisti argillo-micacei. Questi intorno a Klausen contengono, oltre ai dicchi delle lave permiane e triasiche, eziandio delle masse lenticolari anfiboliche, delle quali sarebbe assai interessante il giudicare i reali rapporti con le masse granitiche nei dintorni di Bressanone e di Merano. A Klausen poi mette capo la importante frattura di Wilnöss, la quale si spinge fin nella massa dolomitica dei monti di Ampezzo e delimita bruscamente l' area delle colate dei porfidi quarzosi. Queste poi più a sud sono presso all'Adige ricoperte da più o meno estesi lembi di arenarie di Val Gardena, coronate da più o meno completa serie di rocce triasiche, come al Weis-Kofel (met. 2312) ed al monte Ciolon (met. 1559). Lungo l'Avisio sonvi i porfidi quarzosi, ad un tempo ricoperti dal grande mantello triasico dei monti di Predazzo ed infranti ed attraversati dal duplice sistema di lave triasiche, che venne recentemente così bene analizzato dal

sig. Mojsisovics. Quivi anche ha principio la zona del calcare a *Bellerophon* con numerose località presso S. Ulrico e S. Cristina in Val Gardena, presso Solchedia, Campil, Ausser-Prags. Da Prags tale livello si può accompagnare sino ai dintorni di S. Candido (Innichen). Di questa formazione, recentemente illustrata dal sig. Stache, noi vedremo la costanza e l'enorme sviluppo nelle Alpi carniche e nel Bellunese.

In proporzione alla importanza ed alla moltiplicità degli studî, fatti in questa regione incomparabile da geologi italiani e stranieri, sta la sicurezza colla quale si può tesserne al presente la storia. Sopra un rilievo, causato dal sommerso ed in parte sepolto sistema dei vulcani permiani, si stabilisce un centro di attivissima vita marina. Sono alghe calcari, foraminiferi, crinoidi, coralli, che vanno a gara nel condensare il materiale d'una massa calcare, che quivi si eleva immediatamente sopra gli strati di Werfen. Ma l'edificio, costruito attraverso i periodi del Trias medio da quegli instancabili operai, viene infranto e sconnesso in sul principio dell'epoca Keuperiana da un sistema di fratture, che prelude ad una lunga fase vulcanica. La grande massa delle sieniti di Predazzo, le rocce augitiche dei Monzoni ed il granito tormalinifero della valle di Fleims attraversano quelle masse calcari mentre stanno ancora sommerse e formano un primo sistema di isole vulcaniche, di cui l'orografia si perde tuttora nel buio di quei lontanissimi tempi. Perocchè il sistema di fratture nord-sud dei monti Latemar, Val Sorda e Dosso Capello con iniezioni delle rocce melafiriche accenna ad un più recente periodo vulcanico, a quello dei porfidi augitici. Questi si espansero sul fondo dell'arcipelago corallino di quel tempo, a luoghi si accumularono tanto da soperchiare le masse calcari, a luoghi emersero dall'onda marina, formando altri coni subaerei. Da questi si dispersero le ceneri vulcaniche, le quali formarono da prima le *pietre verdi* così comuni alla base degli scisti di S. Cassiano quindi i tufi augitici, sviluppatissimi a vario livello tra le masse dolomitiche inferiori al piano di Raibl. I due centri eruttivi dei Monzoni e di Fleims si sarebbero formati soltanto alla fine di questo lunghissimo periodo vulcanico ed avrebbero somministrato il materiale ai tufi più recenti del piano di Wengen. Lo sviluppo della masse di calcare organico, che poi furono convertite nelle dolomie infraraibliane, fu contemporeneo alla interpolata emissione dei materiali endogeni. Fra le isole coralline poi si aggiravano canali e si nascondevano seni di mare, in cui vivevano faune di carattere eminentemente locale; faune di *pigmei*, del tipo di quella ricchissima ed assai localizzata che vien detta di S. Cassiano. L'accumularsi dei prodotti vulcanici e dei calcari avrebbe sepolto gli antichi centri di attività vulcanica, i quali secondo il Richthofen dovevano corrispondere ai dintorni del sasso di Dam.

Le masse calcari furono talora alterate al contatto delle più antiche iniezioni sienitiche, formandosi la predazzite o marmo saccaroide con brucite e tutte quelle belle druse di vesuviana, granati calcari, gheheliniti ecc. che formano la ricchezza mineralogica di quella regione. Riporto due spaccati del sullodato autore onde diano l'idea dei rapporti tectonici di queste rocce meglio di quanto si possa brevemente esprimersi in parole (V. Sp. 1 e 2).

Spaccato (1) *attraverso la Massa eruttiva di Monzoni* (da Mojsisovics).

a = Porfido quarzifero; b = Arenarie di Gröden; c = Strati a Bellerophon; d = Strati di Werfen: e = Muschelkalk inferiore; f = Muschelkalk superiore; g = Strati di Buchenstein; h = Dolomia di Wengen. — α = Sienite e Diorite; β = Augitfels e gabbro; γ = Porfido augitico; δ = Melafiro; ε = Porfido ortoclasico.

Spaccato (2) *attraverso la Massa eruttiva di Fleims* (da Mojsisovics)

a = Porfido quarzifero; b = Strati di Werfen; c = Muschelkalk inferiore; d = Muschelkalk superiore; e = Strati di Buchenstein; e' = Dolomia di Buchenstein; f = Calcari e Dolomia di Wengen; g = Lave augitiche. — α = Sienite; β = Granito tormalinifero; γ = Porfido augitico e Melafiro; δ = Porfido ortoclasico.

Se realmente le due masse sietiniche della Cima Ricoletta e di Predazzo corrispondono alle prime emersioni, allineate come sono da nord-ovest a sud-ovest rappresenterebbero una linea, la quale separa secondo il concetto del sullodato geologo un'area settentrionale, rimasta emersa, da un'area meridionale, in cui, durante ed in seguito al periodo vulcanico norico, avrebbe prevalso un progressivo abbassamento del fondo marino. Questo abbassamento sarebbe stato accompagnato dal progressivo sviluppo delle masse coralline, che poi si convertirono in dolomie. Così intorno ad una terra in allora emersa in corrispondenza delle Alpi bavaresi abbiamo un arcipelago corallino, che lentamente si sommerge in un gran mare; ed in questo mare finisce col depositarsi sotto aspetto uniforme la dolomia principale. Per tal modo noi vediamo il sistema vulcanico di quell'epoca lontanissima svolgersi durante un periodo, che fu continentale per una porzione ragguardevole delle Alpi, e coincidere colla direzione di una importante dislocazione nelle formazioni paleozoiche, della quale però difficilmente troveremo le prove dirette nella stratigrafia attuale. Vedremo poi nello studio delle formazioni liasiche, giuresi e cretacee del Veneto quali siano stati i limiti cronologici di questa sommersione.

3. *Tirolo orientale e Carinzia.*

Movendo più a levante, troviamo al di fuori dell'attuale confine tra il Veneto ed il Tirolo dei monti calcarei o dolomitici spettanti al versante adriatico. Quindi ne vedremo trattando delle corrispondenti formazioni. Nel versante settentrionale di quei monti, compresi nelle valli del Rienz e del Garder, si ripete la serie permiana

e triasica del Bellunese; più a nord stendonsi gli argilloscisti ed i calcoscisti, sino alla zona granitica di Muhlbach-Brunnecken ed ai gneiss granitici del Rothwand e della valle di Tefferreck; rocce che lo Stache riparte tra le due zone protozoiche delle quarzo-filliti e delle argillo-filliti. Sono incerte le analogie tra queste rocce e quelle altre, che nelle Alpi carniche furono riferite ai medesimi gruppi dallo stesso geologo. È però facile che presentino relazioni cronologiche coi graniti di Merano e del Tonale e quindi anche con quelli dell'Adamello.

Più a levante ancora, nell'angolo formato dalla Drava dei dintorni di Sillian sino a Ober-Drauburg e che ha il vertice a Lienz, troviamo un importante lembo di rocce permiane e mesozoiche; e queste rappresentano la gamba settentrionale di quella volta, che nel seguente capitolo vedremo incurvarsi a formare con varia inclinazione la massima parte della catena delle Carniche. I terreni paleozoici e protozoici della valle di Gail affiorano nella porzione abrasa di questa volta. Della serie di queste formazioni, che strettamente si collegano con quelle affioranti nel bacino carnico, tratteremo a proposito dei terreni precarboniferi. Per quanto concerne il detto lembo di terreni mesozoici presso Lienz, è singolare il ritrovar quivi due livelli appena accennati nelle Alpi venete, quello cioè degli *scisti di Kössen* e quello del Lias superiore ad *Harpoceras bifrons.*

Nella Carinzia orientale e più ancora nella depressione di Gratz vanno sfumandosi i più antichi terreni mesozoici, dei quali presso S. Weit e presso Woitsberg rimangono solo i cretacei. Quindi troviamo un'area, in cui fuvvi una emersione mesozoica e quest'area non corrisponde punto all'asse attuale della catena alpina. Ricordo altresì come nei dintorni di Gratz abbia considerevole sviluppo il terreno devoniano.

Al confine fra la Carinzia e la Carniola troviamo l'importantissima catena delle Caravanche, la quale continua e completa in modo ammirabile la geologia delle Alpi carniche, posta com'essa è sulla continuazione delle medesime e resa importante per la presenza di masse eruttive mancanti alle Carniche e per l'abbondanza recentemente constatata non solo di fossili carboniferi e permiani, ma di bella fauna siluriana, di cui i primi saggi si devono al sig. Tietze.

4. *Carniola e litorale illirico.*

Lungo la valle della Sava, la quale piglia le sue origini poco lungi dal passo del Prediel, noi troviamo la serie triasica assai analoga a quella del bacino carnico; però con rocce eruttive diverse da quelle che si fecero strada tra gli strati norici; mentre forse corrispondono ai porfidi di Raibl. Troviamo d'altronde ampio sviluppo degli scisti carboniferi, con lembi di calcare che fu riferito alla stessa formazione. Troviamo inoltre l'ampio bacino di Lubiana, nella parte settentrionale del quale i terreni terziarî ripetono un'ultima volta il carattere che assumono nel Veneto, per passare quindi al tipo dei calcari e dei conglomerati del Leitha. Più a sud-ovest, confluente nell'Isonzo decorre la valle dell'Idria, di cui la struttura geologica è ora minutamente conosciuta per gli ultimi dettagliatissimi lavori del sig. Lipold. Questa valle delimita a nord la catena liburnica, che si continua sino al golfo del Quarnero e spinge nell'Adriatico lo sprone della penisola istriana.

Non è il caso di riassumere quanto risguarda la geologia dei dintorni di Idria,

Siccome però nel rinomato giacimento cinabrifero presso quella città può cercarsi il punto di confronto di un nostro analogo deposito bellunese, così mi preme di togliere ogni dubbio sul livello geologico del medesimo e compendio i risultati esposti dal sullodato geologo ([1]).

Stante un avvenuto rovesciamento degli scisti carboniferi sulla roccia maggiormente impregnata di cinabro ed in causa di una erronea determinazione delle filliti riscontrate negli scavi, si era creduto generalmente che tutto il sistema spettasse al paleozoico; ad onta che già dal 1859 dalle medesime gallerie si avessero avuti esemplari di miaciti triasiche. Venne in seguito l'opinione del sig. Suess, il quale riferiva quel gruppo al *Rothliegendes*, anzi dava alla presenza del mercurio l'importanza di un carattere sicuro del terreno Permiano nel versante meridionale delle Alpi; la quale esagerazione lo portò poi a comprendere tra le località permiane Cravero e Poloneto nel Friuli, spettanti all'eocene. Ma non tardarono a scoprirsi altri petrefatti, i quali, furono determinati dal sig. Stur, come i più caratteristici del Trias inferiore. Finalmente nella porzione mediana della serie cinabrifera, presso ai noti banchi di *Stahlerz* e di *Lebererz*, si rinvenne un più recente banco di filliti, le quali determinate dallo stesso Stur presentarono le seguenti forme Keuperiane:

Equisetites arenaceus Jäger.	*Pterophyllum Jaegeri* Brgt.
Calamites arenaceus Brgt.	*Voltzia Haueri* Stur.
» *Meriani* »	» sp.
Danaeopsis simplex Stur.	*Widringtonites Keuperianus* Stur.
Neuropteris remota Prest.	

Vi sarebbero altresì nel letto del così detto *Lagerschiefer* tufi e calcari selciosi, spettanti al piano di Wengen, che si ripetono identici nel Friuli e nel Cadore e che formano vasti affioramenti nella valle della Sava di Wurzen. La formazione cinabrifera di Idria sarebbe quindi esclusivamente nel campo delle rocce triasiche, sottostanti per rovesciamento a degli scisti, che l'autore riferisce tuttora alla formazione di Gailthal. Vedremo come tale non sia il caso del giacimento cinabrifero di Vallalta nel Bellunese, il quale trova più strette analogie con quello di Margno nella Valsassina.

A levante della tortuosa valle dell'Isonzo, seguendo la direzione orografica delle Giulie, si accompagnano secondo il decorso di curve parallele le formazioni mesozoiche ed eoceniche; facendovi diffetto strati marini di epoca più recente. Anche gli strati giuresi si arrestano, a quanto sembra, a nord del Vippacco; di guisa che gli altipiani liburnici sono costituiti quasi esclusivamente di rocce cretacee ed a preferenza dal calcare a rudiste, quivi potente centinaja di metri. Gli scisti bituminosi di Commen formano vasti affioramenti tra Monfalcone e Brestovizza, comparendo eziandio in alcuni punti dell'altipiano di Pinguente verso Castua. Essi trovano riscontro in un giacimento recentemente scoperto presso Crespano e per i loro ittioliti vanno riportati al terreno Aptiano ([2]).

([1]) M. V. Lipold, *Erlauterungen zur geol. Karte der Umgebung von Idria in Krain.* Jahrb. k. k. R. A. Wien, Vol. XXIV. 1874, 1.

([2]) Bassani F. *Sopra due giacimenti ittiolitici nei dintorni di Crespano.* Atti della Soc. veneto-trentina.

Interclusi tra le rughe della più compatta formazione calcarea, stanno i terreni marno-arenacei dell'eocene e li separa dalla serie cretacea un'interessante zona di calcari, aventi in basso i resti di una fauna di estuario con giacimenti di lignitici (*Liburnico* del sig. Stache), ed in alto costituiti da alveoline e da nummuliti, e passanti per interstrati alle brecciole a *Conoclypus conoideus* dell'eocene medio. Queste brecciole costituiscono poi una zona estremamente fossilifera, colle località di Pinguente, Nugla, Albona, Pedena, Pisino e Montona; non che la valle di Dobrigno, nell'isola di Veglia. Manca l'esatto equivalente di questo piano nel Friuli; rispetto i piani vicentini, esso si colloca alla base di quello di S. Giovanni Illarione. Le arenarie e le marne soprastanti sono pressochè prive di fossili; però contengono alcuni interstrati di calcare nummulitico; essi rappresentano il tipo il più perfetto del *Flysch alpino* ed hanno molta analogia colle rocce coeve dell'Apennino. Manca però ogni traccia delle formazioni ofiolitiche, forse perchè queste non vennero quivi formate, ovvero che siano state completamente abrase. L'eocene istriano misura una potenza complessiva di almeno met. 500 e tocca i 1200 di altitudine sotto la vetta del monte Maggiore di Flanona, sensibilmente meno elevato che nel Friuli orientale. Costituiva quindi un ben potente mantello alle formazioni cretacee; e questo fu abraso in un periodo continentale, che data certamente dall'aurora del miocene molassico. Quelle regioni presentano le prove più convincenti della prevalenza delle forze esogene sulle endogene nella genesi della conformazione orografica; fatto anche recentemente riconosciuto nella descrizione della Bosnia e della Erzegovina, data dai geologi dell'Istituto geologico di Vienna. Io trattai a più riprese dell'argomento in parecchi scritti ([1]) sull'Istria e sui dintorni di Trieste. Ora richiamerò soltanto la presenza delle depressioni crateriche, dove prevale la forma ad altipiano con suolo calcare, Tra i dettagli idrografici è di certo assai importante quello della maggiore profondità di quei tronchi di valle che corrispondono alla formazione marno-arenacea, in confronto della prosecuzione delle valli stesse in un suolo calcare; ne porge mirabile esempio il torrente Foiba di Pisino, continuantesi in epoca pliocenica colla valle di Antignana e di Lemme, e colla chiusa ora occupata per undici chilometri da un *Fyord*. Ricorderò anche l'abbassamento postpliocenico, subìto dalla regione e dimostrato da molti e noti argomenti, taluno dei quali farebbe ritenere che questo abbassamento si sia continuato anche in epoca storica. Ricorderò le caverne, le grotte, e gli importanti fenomeni di circolazione sotterranea delle acque, che formano la meraviglia

([1]) T. Taramelli, *Dell'origine della terra rossa nelle Alpi Giulie meridionali.* Atti della Soc. italiana di scienze naturali. Vol. XV, fasc. V. 1872. — *Escursioni geologiche fatte nell'anno* 1872. Annali scientifici del r. Istituto tecnico di Udine. Vol. VI. 1873. — *Descrizione geognostica agraria del territorio di Capodistria.* Annali della Staz. sperimentale agraria di Udine. Vol. II. 1873. — *Di alcuni echinidi eocenici dell'Istria.* Atti r. Ist. veneto di sc. lett. ed arti. Serie IV, Vol. III, con due tavole. — *Catalogo ragionato delle rocce del Friuli.* Roma, Atti r. Acc. Lincei, Anno CCLXXIV, con 9 tavole. 1877. — *Descrizione geognostica del Margraviato d'Istria*, con carta geologica. 1878. Milano, F. Vallardi. — *Descrizione geologica del bacino idrografico del fiume Recca e del tratto dell'altipiano del Carso.* 1878. Trieste, tipografia Caprin, con carta geologica. — *Alcune osservazioni geologiche sul Carso di Trieste* ecc. Atti del r. Ist. lomb. di sc. e lett. 11, aprile, 1878. — *Dell'origine della Terra rossa sugli affioramenti di suolo calcare.* — Ibidem, 29 aprile 1880.

del viaggiatore per quelle contrade. Ricorderò finalmente l'enorme sviluppo su quegli altipiani calcari del *terreno siderolitico*, del quale ho riconosciuta io pure l'origine esogena e vedremo qualche esempio nell'area della nostra Carta. È poi un fatto importantissimo nella stratigrafia alpina quel fascio di curve parallele, che incomincia al Tagliamento per continuarsi con direzione nord-est nelle Alpi giulie meridionali e nelle Alpi dinariche. Ed a questo fatto possiamo ora aggiungere quell'altro importantissimo del presentarsi più a levante le formazioni apenniniche nel versante della Sava, con un affioramento intermedio di formazioni mesozoiche e paleozoiche di carattere alpino [1]. La conformazione orografica, la struttura geologica non meno che le condizioni etnografiche di quell'estremo lembo di terra italiana, che muore nell'Adriatico colle isole del Quarnero, formano oggetto di studî interessantissimi, i quali giustamente devono richiamare tutta la nostra attenzione. Più che col Veneto però quella regione presenta analogie col tratto del Napoletano compreso tra Terra di Bari e lo sbocco della valle del Crati, nella Calabria citeriore.

CAPITOLO II.

Conformazione orografica delle provincie venete in rapporto colle più evidenti condizioni geologiche.

La precedente rivista delle regioni finitime al Veneto avrà facilitato l'apprezzamento di taluni caratteri orografici della regione veneta, dei quali sono per trattare nel presente capitolo. Da tempo è nota l'esistenza loro, non meno che lo stretto rapporto colle più evidenti relazioni tectoniche. Tale rivista servirà come primo orientamento, che ci guidi nella più dettagliata disamina delle singole formazioni in cadaun gruppo montuoso o collinesco e del piano alluvionale.

1. *Gruppo del Baldo.*

Già sulle sponde del Benaco noi possiamo ammirare un primo ed assai caratteristico aspetto orografico, che siccome è poco comune nelle prealpi lombarde così si sfuma a levante dell'Adige. Dalle ancora inesplorate ma certamente considerevoli profondità del lago sorge la bella montagna del Baldo e lasciato lo specchio del lago medesimo colla vaga corona di oliveti e di ville, s'innalza maestosa con rapidi pendii toccando i 2228 met. alla vetta principale. Questo importante rilievo, continuantesi oltre il confine veneto con analogo carattere e sempre chiuso tra l'Adige ed il Garda, risulta di due principali rughe parallele. Esse comprendono fra di loro una sinclinale coll'asse alquanto tortuoso, che dal crinale della montagna a sud dell'Altissimo, lentamente si volge verso a Ferrara, quindi scende sopra a Caprino, poi si svasa nella depressione del seno di Garda. Ad occidente di questa depressione sta la massa principale della catena, generalmente costituita da una anticlinale più

[1] Dr. Ed. v. Mojsisovics, Dr. E. Tietze und Dr. A. Bittner, *Grundlinien der Geologie von Bosnien und Herzegovina.* Wien, 1880.

o meno conservata e ne' suoi dettagli assai complessa; specialmente nella regione meridionale, sopra Caprino. La catena più orientale costeggia l'Adige da vicino sino a S. Marco di Pescantina e rappresenta una gamba di anticlinale, isolata dall'ampia e profonda corrosione dell'Adige. Anche le falde calcari, nelle quali si interna la stretta chiusa di Rivoli, cantata con sì bei versi dall'Aleardi, rappresentano la continuazione del lato occidentale di questa curva; colla differenza però che sotto Ceraino l'Adige è obliquo rispetto all'asse della curva stessa, e quindi le formazioni si sprofondano alla sua sponda destra mentre si elevano con dolci ondulazioni sulla sponda sinistra. La depressione della Ferrara corrisponde ad una zona di rocce terziarie, in specie nummulitiche, che poi formano più a sud la Rocca di Garda ed il monte Moscali. Ma questo mantello di rocce più recenti non deve mancare alle sommerse sponde del Garda; imperocchè oltre al formare la porzione settentrionale della penisola di Sirmione, le rocce stesse affiorano nei dintorni di Malcesine per lungo tratto; cioè dall'isolotto alla punta di Staffalo sino al castello del Basi. Quelle potenti colate basaltine, che s'alternano cogli strati eocenici nei dintorni di Brentonico, non mancano poi di esser rappresentate anche negli accennati lembi terziarî; che circondano la massa principale del Baldo; essendo che una roccia doleritica si osserva appunto sotto Malcesine nel paese stesso sotto la Chiesa, e sul versante orientale del Baldo, poco sopra Salzani verso le Marie [1].

La massa principale del monte Baldo è di calcari raramente dolomitici, che spettano a varî piani mesozoici, i quali saranno esaminati in dettaglio parlandosi delle formazioni giuresi. Frattanto noterò che affiorando i varî strati parallelamente all'asse del monte per lungo tratto, così nella massa principale, come nella catena orientale presso all'Adige, ne viene che ripetute e numerose sieno le località fossilifere dei varî livelli. Ricorderò all'attenzione del lettore quelle di Castel Brenzone, Pai, Torri, Albisano, S. Vigilio e le cave intorno a Caprino, abbondanti di fossili giuresi.

La regione superiore del monte, per l'affiorare che quivi fanno le dolomie liasiche, è aspra e dirupata; poco sotto però stendonsi ubertosi pascoli, specialmente verso mattina, ove il pendio si alterna con più o meno vasti pianori, dovuti od alla denudazione dei piani calcari od alla ripetizione della serie per salti ancora poco noti. L'aspetto generale è singolarmente maestoso e calmo. Le erosioni fatte dalle acque, profondissime e selvagge; specialmente quella, che dalla Ferrara scende a Brentino e intacca tutta la serie mesozoica, ha le pareti a perpendicolo e l'aspetto il più alpestre. Ma a temperare siffatta grandiosità di tratti orografici, sorgono alle falde le leggere ondulazioni dei colli morenici, formanti le une il ben conservato anfiteatro di Rivoli colle rocce arrotondate del Castello e della Rocca, le altre la morena di sinistra del Garda, da Marciaga a Costermanno, Cavajone e Pastrengo; colline bensì amene per varietà di contorni e per assai prospettico degradamento di altitudini, ma certamente destituite di quella feracità, che si volle a torto distintiva e generale per le formazioni moreniche. Notasi anche che questa del Baldo è

[1] Il presente capitolo era già composto quando venne pubblicata la Carta geologica della Provincia di Verona del signor Nicolis; lodevolissimo lavoro, del quale si terrà conto nella descrizione dei singoli terreni. Non tacerò poi che il cortesissimo mio amico mi tenne costantemente informato del progresso dei suoi studî.

regione povera d'acqua, perchè prevalentemente calcare e senza quelle alternanze di strati argillosi, che altrove stabiliscono il perenne ed abbondante getto delle sorgenti. Il bosco, se rispettato, vi cresce robusto e ne fanno fede i pochi tratti sopra a Malcesine e nella valle di S. Lorenzo, a nord di Montagna; ma è pur troppo generale in Italia la trascuranza di questo importante e proficuo ornamento delle Alpi.

La fisonomia caratteristica del monte Baldo, sia veduto dal lago oppur contemplato dalla pianura veronese, lo distingue singolarmente anche dalle montagne, che sorgono a ponente del Benaco. Ed ancora più importante e meravigliosa di tale differenza orografica, collegata con speciali condizioni tectonichè facili a rilevarsi, compare quell'altra differenza geologica ben nota e per la stratigrafia veneta deplorevole; la mancanza, cioè, nel gruppo del Baldo di quella formazione retica, che nei monti Lanino, Berlinghera e monte Alfo, tra il Benaco ed il Chiese, grandemente si sviluppa con entrambi i suoi membri del calcare corallino al disopra e degli scisti argillosi inferiormente. Qui, nel gruppo del Baldo, dalla dolomia più profonda ai calcari, per me giuresi, con *Terebratula rotzoana* e *Lithiotis*, per quanto attualmente si conosca, non si è rintracciato alcun rappresentante dell'infralias lombardo. I calcari e le dolomie formano le masse dei monti; queste compatte e quasi senza stratificazione, quelli coi loro gruppi di strati continui, di andamento tortuoso, con successione pressochè generale dal calcare grigio al calcare a crinoidi, al calcare giallo o rosato, al rosso titoniano ed al *biancone*. In alto, ove prevalgono gli strati meno compatti del Neocomiano e la scaglia rossa, prati coltivi e paeselli, collocati bensì in meravigliosa postura ma poveri e fuori di mano.

2. *Monti Lessini.*

La accennata catena più orientale, che costeggia l'Adige da Brentino a Rivoli, può considerarsi come il piedritto d'una amplissima vôlta incurvantesi su tutta l'area dell'alto Veronese, spinta ad una altezza non molto inferiore a quella del Baldo. I monti Corno d'Acquiglio, monte Castel Berto, monte Mellera e monte Tomba sono i capostabili di questa vôlta, che è stata solcata dalle numerose valli veronesi. Queste poi si irradiano come da un centro; accennando non tanto a fratture convergenti quanto al naturale andamento delle acque sopra un rilievo cupuliforme. Imperocchè se penetriamo per entro queste valli, non ci accade giammai di scorgerle in esatta corrispondenza con alcuno dei numerosi accidenti di curvatura e di salto, pei quali la vôlta stessa venne decomposta nell'inevitabile smembramento dei suoi frammenti. Tutt'al più noi possiamo notare una certa quale coincidenza tra i superiori confluenti di Val Pantena e di Val Squaranto cogli assi di due curve anteclinali, parallele alla prevalente direzione degli strati, che va sempre da nord-est a sud-ovest. La prevalenza delle assai erodibili formazioni calcari e marnose del Neocomiano e del Senoniano, unitamente alla morbidezza dei tratti stratigrafici, danno a questa regione dei Lessini un carattere di altipiano pascolivo, amenissimo e ferace. Le dimore pastorizie vi sono sparse a migliaia e qua e là compaiono paesi di non comune benessere, quali Erbezzo, Bosco, Cerro, e Chiesa Nuova. Le valli sono scolpite profondamente nelle formazioni calcari e di queste le giuresi si accompagnono talora sino allo sbocco nel piano. Negli spartiacque poi le formazioni terziarie si spingono ad altezze considerevoli;

tantochè le troviamo sin sopra Breonio ed al monte Purga di Bolca oltre ai mille metri di altitudine.

È sensibile però la differenza tra il sollevamento subìto da queste formazioni nei Lessini in confronto a quello molto maggiore, che le formazioni stesse hanno provato nel gruppo precedente, e per essa si fa manifesto che il massimo innalzamento degli strati avvenne sulle labbra della grande ripiegatura del Garda. L'importanza tectonica di questa ruga compare a prima vista, appena che si considerino le carte geologiche anche in piccola scala e pubblicate molti anni or sono. Essa è la più evidente dimostrazione della verità di quell'idea, che secondo le recenti vedute dei geologi attribuisce questi corrugamenti a pressioni laterali, conseguenti ad un restringimento della crosta. Ed io ritengo che i precipui accidenti di frattura, quali sono l'accennato di Idro-Merano e quello della Val Sugana, non che quello di Schio-Vicenza, laterali ad affioramenti di rocce antiche che non si coordinano colla direzione delle formazioni mesozoiche, si debbano alla eterogeneità delle masse ripiegate ed alla presenza di nuclei meno flessibili, compresi in queste rocce antiche. Qui nei monti Lessini, lateralmente alla principale ruga ad al labbro orientale più sollevato della medesima, si è fatto un fascio di rughe parallele, interrotte da fratture secondarie longitudinali e trasversali; ma la massa rimase unita ed uniforme, degradando regolarmente da nord-ovest a sud-est.

Questa catena nei Lessini è anche interessante perchè vi abbondano le località fossilifere dei varî piani giuresi, con fossili marini e con vegetali della formazione oolitica, come vedremo a suo luogo.

Recentemente i monti della provincia di Verona furono percorsi dai geologi di Vienna, che ne pubblicarono qualche cenno nell'annuario del loro Istituto. Fu anche il campo delle appassionate ricerche di un mio amico, il signor Nicolis Enrico, il quale con opera indefessa rilevò a proprie spese e di propria iniziativa la Carta geologica di quella regione, ed anzi sta ora per pubblicare questo suo pregevole studio. Egli ebbe la cortesia di inviarmi una copia ancora inedita della sua Carta, con importanti dettagli affatto diversi da quanto compariva dall'unica Carta sino ad ora pubblicata, del signor Hauer; come pure mi spedì buona parte dei fossili raccolti, i quali, studiati la più parte dal mio allievo ed amico C. F. Parona, dimostrarono l'esistenza di petrefatti della zona oxfordiana e del piano con *Posidonomya alpina* per un' estensione assai maggiore di quanto prima si conosceva. I dettagli che ho potuto introdurre nella mia piccola Carta sono in gran parte dovuti a questo operoso signor Nicolis, al quale rendo pubblicamente le più sentite grazie. Per tali indicazioni la serie dei terreni e la loro disposizione compaiono ancora più regolari e si dimostra quanto esteso fosse il terreno eocenico, dei cui piani mediani lo stesso signor Nicolis ha scoperto località assai fossilifere appena a nord di Verona. Le formazioni basaltiche sono più esattamente circoscritte e compaiono coordinate coll'andamento stratigrafico dell'eocene e piuttosto verso le base di questo; pigliando poi quasi improvvisamente uno straordinario sviluppo sulla destra sponda del torrente Alpone. A proposito del terreno eocenico, è molto singolare il fatto del suo internarsi verso nord in massa compatta in prossimità della valle del Chiampo, accennando ad una forte depressione laterale alla frattura Schio-Vicenza; accidentalità che poi viene interrotta bruscamente

dalla detta frattura, per la quale alle falde dei monti di Schio e di Caltrano la formazione stessa dell'eocene si sprofonda assai rapidamente, inclinata a sud-ovest od anche retroflessa sotto il ginocchio di S. Orso.

Questa regione dei Lessini mostra ben evidente l'effetto della abrasione e della erosione nel modellamento della orografia; un' azione suddivisa in molte direzioni, d'onde seguì una smembratura delle masse incomparabilmente più minuta in confronto degli altipiani mesozoici a nord di Vicenza e di Treviso. Anche la grande depressione dell'Adige, a mio avviso, non è che un fenomeno di erosione, certamente iniziato da qualche frattura, che però non fu nè più estesa nè più profonda delle altre che si avvertono lungo i confluenti montani delle minori valli veronesi.

Nella parte orientale di questa catena, appressandosi alle più elevate vètte del Cima Tre Croci, del Pasubio e del monte Cengio Alto, le formazioni secondarie subiscono un improvviso sensibilissimo rialzamento e contornano la nota elissi di terreni più antichi, che ha per centro l'affioramento paleozoico dell'alto Vicentino. Le falde prealpine però, di terreni terziarî, non si risentono gran fatto di questa disposizione stratigrafica dei terreni più antichi; ma con ampio sviluppo scendono al piano, solcate dalle valli che hanno origine nei monti secondarî e da quelle altre molto più numerose vallette, come l'Alpone, il Tremegna, il Pugnella, e l'Arpega, le quali sono scolpite essenzialmente in suolo eocenico. La natura dei terreni terziarî, per opportuna mescolanza di terreni calcari con rocce doleritiche e coi tufi che ne dipendono, è tale da conferire una eccezionale fertilità a queste prealpi. L'aspetto giulivo delle ville è aumentato dalla eleganza dei fabbricati, che trova la prima causa nella qualità e nel colorito dei materiali di costruzione. A rendere ancor più artistica questa regione, là dove hanno predominio i basalti (come nella valle degli Stanghelini, nei dintorni di S. Pietro Mussolino, alle falde del Calverina ed a ponente od a levante di Roncà) l'aspetto dei nudi colonnati delle rocce doleritiche si combina in modo ammirabile con verde intenso della vegetazione boschiva. L'industria manufatturiera, specialmente nel circondario di Schio, ha toccato uno sviluppo veramente esemplare in grazia del carattere laborioso e casalingo della popolazione e dell'intelligente filantropia dei ricchi. Nè la coltivazione del suolo è trascurata per tale intensità dell'industria; che l'una e l'altra si giovano e si compensano, collimando al benessere consolante di quella popolazione. Qualche sviluppo pure vi ebbe la industria mineraria; ma sempre in quelle proporzioni tenui ed incerte, che sembra avere la natura imposto al nostro paese, a cui largiva altri doni non meno preziosi delle miniere.

Il gruppo dei colli Berici, a sud di Vicenza, può essere considerato come una propagine delle prealpi terziarie. Essi costituiscono quasi un altipiano, con formazioni eoceniche prevalentemente calcari, alternate con colate basaltine. Il tutto inclinato leggermente a nord-ovest, di guisa che verso gli Euganei affiora una sottile striscia di scaglia rossa, riferibile ai più recenti piani cretacei. Questi colli Berici rappresentano un residuo di una regione collinesca e montuosa, che una volta occupava il tratto fra le Alpi venete e l'Apennino, ed era dominata dai vulcani trachitici, i quali non ci sono noti che per le gigantesche vestigia delle loro colate. Il descrivere la orografia della regione euganea ci sposterebbe per ora dalla sollecita rivista attraverso le Alpi orientali e ne parlerò in apposito capitolo. Non ommetto però di accennare

all'esistenza di questo gruppo vulcanico relativamente recente, sul margine della linea di frattura, nota sotto il nome di *Schio-Vicenza,* a levante della quale, per tutto il tratto tra il Leogra e l'Astico, i terreni terziarî devono essere stati fortemente sprofondati, anzi presso Schio noi li vediamo persino arrovesciati.

Noi però non crediamo molto stretti i rapporti tra il fenomeno eruttivo degli Euganei e questa rinomata frattura. Sibbene essa strettamente si congiunge colla accidentalità, nell'andamento della stratificazione mesozoica apportata dagli affioramenti paleozoici e di rocce del Trias inferiore e medio, i quali compaiono nel Vicentino come eccezioni al generale succedersi dei terreni da tramontana a mezzodì. Questo però è un disturbo parziale, oltre il quale la direzione degli strati mesozoici ripiglia con imperturbata continuità, per costituire quella muraglia di formazioni calcari, che sta a mezzogiorno dell'altra importantissima frattura della Val Sugana. Non giudico improbabile che questo disturbo sia stato causato dalle ineguaglianze del sottosuolo paleozoico, il quale quivi non meno che nell' alta Val Trompia e nel gruppo della Cima d'Asta deve pur serbare qualche traccia anche lontanissima delle scomparse orografie. Comunque sia, egli è a questo accidente stratigrafico, a questo improvviso sollevarsi di una cupula che fu infranta ed erosa, che noi dobbiamo la esistenza nel Veneto di una ristretta area, famosa pei geologi. Quivi in breve ora si passa dalle formazioni azoiche ai più antichi sedimenti arenacei, che si vogliono permiani quantunque distinti da una flora triasica; quindi ai piani del Muschelkalk straricchi di fossili, ai tufi ed ai porfidi pirossenici che ricordano le formazioni vulcaniche del Tirolo e dell'Agordino, alla tuttora male definita formazione dolomitica, infine agli interessantissimi piani più profondi dell' eocene, nei dintorni di Puli e di Crespadoro. E ben a ragione vi traggono ogni anno in scientifico pellegrinaggio i geologi d'oltre monte, i quali purtroppo trovano il campo aperto, vuoi per la deficenza di numero dei geologi italiani, vuoi perchè in questi si è fatta abituale la rassegnazione ad una dolorosa inferiorità, di cui le ragioni non son tutte da ascriversi a loro demerito. Giovi però ricordare che di questo giardino dei geologi non spregevoli frutti hanno colto per tempo i nostri Maraschini, Massolongo e Pasini, e scrissero lodevoli monografie tra i viventi i signori De Zigno e Pirona.

3. *Altipiano dei Sette Comuni.*

Meglio ancora di un altipiano, questo importante rilievo dei Sette Comuni, così bene limitato tra l'Astico, il Brenta e la Sella di Lavarone, può definirsi come un grandiosissimo trono. Il sedile ne è formato da un ondulato pianoro, disseminato di dossi; esso è depresso secondo una linea mediana passante per Gallio ed Asiago, è profondamente inciso verso levante dalla Val Stagna e verso ponente dalla Val d'Assa. Lo sgabello è costituito dai colli e dai monti terziarî, i quali dalla veneta pianura si innalzano sin quasi gli 800 metri a S. Giacomo di Lusiana e sopra Crosara; ed in questo pedale stanno incise le interessantissime vallette del Chiavon Bianco, famoso per le sue filliti, del torrente Laverda rinomato per le località fossilifere oligoceniche, la Vallonara ridentissima per amenità di paesaggi ed infine la Val Rovina, di cui gli sbocchi confluenti a S. Michele offrono due dei più interessanti profili geologici per lo studio della regione terziaria dell'alta Italia. Al maestosissimo trono

forma poi di spalliera la catena assai complessa, che separa i Sette Comuni dalla Val Sugana, la quale tocca i 2400 metri nel clinale della Vesena, della cima Dodici, del monte Caliera, del monte Zogomalo e del monte Venego; regione tutta a pascoli ed a selve, tra le più felici d' Italia, vuoi per la salubrità del clima, vuoi per la semplicità dei costumi indotta dalla vita pastorizia. La orografia di questo gruppo è assai complicata ne' suoi dettagli. Oltre ai molti confluenti, i quali mettono capo alla Val d'Assa ed alla Val Stagna, giovi ricordare la Val Gadena, che origina dai pascoli di Marcesina e sbocca nel Brenta, e la valle di Gallio, la quale presenta il fatto assai strano di non avere uno scaricatore, mentre è chiusa da un enorme accumulamento di sfacelo calcare, che altri giudicarono glaciale e del quale discorreremo più avanti. Quanto alla struttura geologica, questo gruppo dei Sette Comuni non differisce dal gruppo dei Lessini se non per la più completa abrasione delle formazioni recenti, essendo che dell'eocene non rimane che il piccolo lembo presso Gallio, ed anche la formazione della scaglia rossa (Senoniano) è assai ridotta sull'alto degli spartiacque tra le accennate vallate. Altra differenza importantissima si è l'abbondanza sull' altipiano di dicchi basaltini, che affiorano in regione calcare e che fanno fede essere stata questa massa di monti iniettata dalla roccia vulcanica, mentre era ancora sommersa sotto al mare eocenico. Del rimanente, quivi si sviluppano nella loro serie regolare e con tutte le sfumature litologiche i varî piani del Lias, del Giura, e della Creta; ad un di presso colla medesima fisonomia che nei monti veronesi. La dolomia principale vi presenta uno straordinario sviluppo lungo le incisioni delle valli più profonde. Quanto alla stratigrafia, oltre alla curva approssimativamente accennata dalla superficiale conformazione dell'altipiano, presenta parecchie ondulazioni e nel dettaglio infinite contorsioni dei piani titoniani; di guisa che questo tratto delle montagne venete può definirsi come un brano di una catena simile a quella del Giura, rimasto unito alle Alpi. Nè mancano quei fenomeni di idrografia sotterranea, i quali così nel Giura come nel Carso direttamente provengono dalla forma orografica ad altipiano; imperocchè nel tratto sud-est abbondano le depressioni prive di scaricatore, la più parte riempiute da alluvioni marnose fertilissime, come ai Campi di Mezzavia, alla Casera di Rosignolo, in Val Menego ed ai piani di Lastaro, tutto attorno al monte Bertiaga. Ed è appunto in quelle vicinanze che alla base dell'altipiano sgorgano da varie grotte le ammirabili sorgenti di Oliero, utilizzate per un vasto opificio di cartiera. Mentre dal lato occidentale dell'altipiano, in corrispondenza delle vallette senza scaricatore che osservansi a tramontana del monte Sunio, trovansi presso Caltrano le copiose sorgenti di Camisino, le quali furono recentemente analizzate dal chiarissimo signor comm. Cannizzaro [1]; ed io mi tenni assai onorato dell'occasione, portami da questo illustre collega allorchè mi richiese di qualche indicazione in proposito a questa località, di esaminare con maggiore dettaglio quelle falde dell'altipiano asiaghese, riscontrandovi l'avanzo d'una forte curvatura, molto analoga a quella che si averte presso Bassano. Come quivi, il Titoniano inferiore assume l'aspetto litologico del biancone e la dolomia guadagna un livello molto alto nella massa dei terreni liasici. Può darsi che la direzione

[1] *Analisi di alcune acque potabili fatte per incarico del Municipio di Padova.* Roma, 1882.

sotterranea delle acque di Camisino, di Oliero e di S. Nazario sia in stretto rapporto colle fratture, che hanno accompagnato tale rapida curvatura. Certo si è che tali sorgenti rappresentano evidentemente la riunione dei sotterranei scaricatori delle acque, che si raccolgono nelle accennate depressioni.

4. *Val Sugana ed alta valle del Cismone.*

Le acque del Brenta si raccolgono in origine pei suoi due maggiori confluenti in un ampio ed importantissimo bacino, composto di terreni anteriori al Trias, cui io in base alle più evidenti ragioni orografiche mi permetterò di comprendere nella regione veneta, riconoscendo però che non furono i geologi italiani sino ad ora molto preoccupati nello studio di quell'interessantissimo distretto. Io medesimo lo percorsi a grandi tratti e soltanto nella parte meridionale. La Carta, che ne ha recentemente pubblicata il sig. Mojsisovics nel suo pregevolissimo lavoro sulle Alpi dolomitiche, contiene già un gran numero di dettagli e permette di formarsi un'idea abbastanza precisa, così della natura e della posizione dei rerreni pretriasici come dei contorcimenti e delle insenature, che presentano i terreni secondarî e terziarî, tutti più o meno fossiliferi. Il bacino è chiuso a tramontana da una catena porfirica, la quale scorre dal monte Panarotto, a nord di Levico, sino al passo di Castrozza, coi monti Frawort (met. 2580), Cimarossa (met. 2409), Pizzo di Croce (met. 2487), Cima di Montalon (met. 2440), Cima di Lagorai (met. 2613), Cima di Cambiol (met. 2491), Cima di Coltoront (met. 2327), Cima di Laste (met. 2697) e Col Bricon (met. 2600). Sono i noti porfidi quarzosi del Tirolo meridionale, che quivi dispiegano tutta la varietà delle numerose loro gradazioni, con predominio delle breccie porfiriche a frammenti di felsiti rosse e brune, cementati da porfidi verdastri più o meno ricchi di augite o di sostanza cloritoide. Questa massa potentissima di colate porfiriche riposa sopra una formazione di conglomerati quarzosi, riferibili non so se al Carbonifero od al Permiano e che formano una continua zona tra gli scisti ed i porfidi a nord di Roncegno. I filoni poi dei medesimi porfidi si veggono quivi intorno in più siti attraversare la formazione scistosa e tra essi è singolarmente distinto quello che si diparte da S. Luca, gira a ponente di Torcegno e va ad urtare presso a Bort nella massa granitica del Castelcucco. Gli scisti presentano una grande analogia colle formazioni protozoiche del Canton Ticino e dell' alta Val Trompia. Ve ne sono di micacei, argentini, a leccature talcose; ve ne sono di cloritici e sericitici come intorno a Levico, di anfibolico-feldispatici più o meno quarziferi come al monte Tesobo ed ai Masi di Roncegno. In nessun punto si scopersero rocce e tanto meno fossili, che giustifichino un referimento di questi scisti a qualche periodo paleozoico.

Insinuata a guisa di grande lente nella massa scistosa, ed a mio avviso normalmente superiore agli scisti argentini micaceo-talcosi, sta la grande amigdala del granito tormalinifero ed anfibolico del Cima d'Asta (2844). Questa massa granitica, in causa della sua propria tenacità, costituisce un rilievo bensì compreso nel bacino idrografico del Brenta ma sensibilmente più elevato della catena porfirica, che ad esso bacino forma il limite settentrionale.

Oltre alla accennata grandiosa lente granitica, di cui il contorno è diligentemente segnato nella Carta del sig. Mojsisovics, avvi anche la massa di granito anfibolico

del monte S. Osvaldo (met. 1443) a ponente di Roncegno. In questa si osservano interessantissime transizioni agli scisti metalliferi, dalla decomposizione dei quali hanno origine le acque arsenio-ferruginose di monte Tesobo. Mentrechè al limite meridionale del granito, ove confina cogli scisti gneissici di Marter, si osservano numerosi filoncelli di calcopirite e di galena. Della posizione stratigrafica di queste masse granitiche poco di sicuro si può affermare, poichè può essere facilissimo lo scambiare i piani di stratificazione con quelli di clivaggio. Sta il fatto però, che negli scisti comprendenti le rocce granitiche prevale, anzi è quasi esclusiva la inclinazione a nord-ovest.

A sud del corso del Brenta evvi il bel gruppo di montagne, contornate dalla Val Sella; ed è quivi che noi troviamo in brevissimo spazio associate le formazioni, che si sviluppano molto più ampiamente nel resto del bacino. Troviamo infatti i porfidi del monte Zaccon, una tenue striscia di arenarie di Groden, colla dolomia permiana; poi le ooliti fossilifere studiate dal sig. Beneke, quindi i calcari del Muscelkalk inferiore, le dolomie retiche, i calcari oolitici abbondantissimi di fossili. (*Lithiotis*, *Perna mirabilis*, *Terebratula rotzoana* ecc.), la zona ammonitica del Kimmeridiano ed il biancone cretaceo. Quasi non bastasse, proprio vicino allo stabilimento dibagni, gli strati nummulitici e sopra essi i calcari arenacei a *Scutella subrotunda* (strati di Schio) si adagiano con perfetta concordanza sopra le rocce secondarie. Nella detta Carta non è indicata l'esistenza di questi ultimi terreni; ma un piccolo lembo nummulitico è segnato presso alla strada che conduce ad Olle, ed è benissimo contornata la più recente formazione delle marne e dei conglomerati lignitici, la quale circonda a sud il monte Civeron, passa in Val Coalba, attraversa il Brenta sopra Ospedaletto e va a finire in un piccolo ed isolato giacimento a Pieve di Tesino, ove anche compaiono alcuni strati di buon combustibile. In questa Carta del pari si indica con molta verità il lembo di terreni miocenici ed eocenici, che si svolge da Strigno a Borgo e la stretta zona di rocce secondarie che sostiene questi terreni e va gradatamente allargandosi, prima col dirupo di S. Pietro (met. 886), quindi, attraverso il Brenta, colla catena del S. Lorenzo (1282), dell'Armentera (1497) e del Sasso Alto (1314). Così pure dalla Carta stessa emerge con molta evidenza il salto importantissimo, che corrisponde alla Val di Sella e che poi si continua verso nord-est; segnando il limite tra gli scisti ed i calcari e dolomie mesozoiche, sino nei dintorni di Agordo. Qui in Val Sella, questa dislocazione è tanto considerevole da portare l'affioramento degli scisti micaceo-talcosi a contatto colle accennate rocce terziarie, affioranti presso lo stabilimento. È poi singolarissimo il fatto che quivi sopra agli scisti cristallini si appoggiano direttamente le arenarie rosse triasiche, senza l'intermezzo dei porfidi quarzosi, che a breve distanza sono così sviluppati al monte Zaccon. Tale fatto, collegato alla mancanza dei porfidi quarzosi nel bacino recoarese, rende ancora più probabile l'idea che ho di sopra accennata, secondo la quale tali affioramenti di terreni scistosi, protozoici, nel dominio delle rocce secondarie delle Alpi venete rappresentino un' ultima traccia di una antichissima orografia, già accennata sin dall' epoca delle eruzioni porfiriche.

Lo stesso affioramento scistoso, ricoperto da tenue zona di arenarie variegate, forma la base alle rupi calcareo-dolomitiche dei monti che circondano a tramontana

l'altipiano dei Sette Comuni. Non avrei parole per descrivere la bellezza e la varietà dei particolari di paesaggio offerti da quelle scogliere, ove sembra di vedere tuttora infrangersi l'onda del mare miocenico. Sotto ai dirupi scoscesi stanno i boschi foltissimi di Val Sella, solcati dalle biancheggianti strisce di frane; in alto sono le cime coronate da pascoli ubertosi; si prospettano ai lati bellissime fughe di monti, per la Val Tesino a destra e fino all'Adamello a sinistra; il profumo di selve e di prati invade i sensi e penetra nell'animo come la non disturbata tranquillità di quella simpatica dimora. Epperò non è sòlo per l'interesse geologico che si lascia con dispiacere e dolcissimamente si ricorda quel saluberrimo tratto di terra italiana. Tra le accennate scogliere devono essere numerosi i filoni doleritici, trovandosi tale roccia in tutte le frane. Nell'accennata Carta se ne indicano due anche nel monte Armentera e sopra Barco; da molto tempo poi è conosciuto quello della Porta di Manasso, affiorante appena al disopra dei calcari oolitici.

La valle del Cismone, col suo confluente del Canal S. Bovo, ripresenta le formazioni della Val Sugana, ma è più selvaggia. Essa offre a mezzo corso l'interessante bacino di Lamon, dove avvennero importanti fenomeni in epoca quaternaria e dove mette capo una importante sinclinale, che poi si continua nel vallone bellunese. Più sotto, dopo breve chiusa sopra Fonzaso, la valle di nuovo si allarga in piano alluviale; prosegue quindi tra monti sempre più elevati, ridiviene selvaggia perchè scolpita in rocce dolomitiche, e sbocca nel Brenta.

5. *Monti tra il Brenta, il Piave ed il torrente Mis.*

A mezzogiorno dell'accennata frattura Agordo-Val Sugana si sviluppa sin quasi al piano alluvionale una larghissima zona di calcari e dolomie secondarie, con lembi di terreni terziarî. La forma dell'altipiano quivi è modificata dalle profondissime erosioni, più ravvicinate che nel gruppo precedente. Inoltre, una grandiosissima sinclinale, complicatasi con curve secondarie e con salti che descriveremo più tardi, attraversa tutto questo sistema di monti col suo asse da levante a ponente. Questo asse non corrisponde già, come potrebbe credersi in sulle prime, alla depressione orografica da Primolano a Feltre per la Sella di Arten (met. 314); sibbene ad una linea chiaramente indicata da un residuo di terreni eocenici, il quale scorre attraverso al Cismone sotto le formazioni quaternarie del bacino di Lamon, quindi affiora assai continuo in direzione della Croce d'Aune (met. 1058) e si fonde coll'altra zona dei terreni medesimi, che sopporta gli strati di Schio nel bacino bellunese. Presso poi alla massa del Cima d'Asta corre in direzione nord-est una frattura, che si diparte dal bacino di Borgo, e per tale frattura un lembo di eocene si insinua tra il monte Agaro (met. 2064) ed il dosso di Orenna, in Val Tesino.

Per quanto ravvicinati e profondi sieno i solchi scolpiti dalla erosione, il carattere di altipiano spicca evidentissimo, con aspetto di paesaggio non molto differente da quello dei monti asiaghesi. Prati e selve ove stendonsi i più erodibili terreni del *biancone* e della *scaglia rossa*; cornicioni a picco con evidentissima stratificazione e col risalto delle rocce marmoree, di colorito rossastro, in corrispondenza dei piani giuresi; al disotto di questi, nelle valli selvagge e deserte, nei burroni inaccessibili, l'aspetto dolomitico quale si conosce per tutte le montagne costituite

assolutamente da calcarì più o meno magnesiaci. E già fin d'ora dichiaro di non ammettere alcun valore cronologico a questo epiteto di *dolomitiche*, che ha d'altronde pochissimo significato anche pel litologo. La dolomia compare in tutti i piani triasici, nasconde sicuramente gli equivalenti dell'infralias lombardo, invade ampiamente i piani del Lias, invade in alcuni siti i piani dell' oolite superiore e nelle montagne tra il Brenta ed il Piave si osserva in moltissimi punti superiormente al titoniano, tra le rocce del biancone. L' epiteto ha però un significato orografico, che ne giustifica il mantenimento nel linguaggio alpinistico.

All'estremo orientale di questo gruppo, tra le origini del Mis e quelle del Cavorame l'ondulato tavoliere di Campotorondo colle vette di Brendol, le Rosse, monte Agnelazzo e monte Prabello che gli fanno corona, costituisce una delle più interesssanti regioni pel geologo, così per la chiarezza dei rapporti stratigrafici come per l' abbondanza dei fossili, dei quali una assai copiosa raccolta venne spedita molti anni sono a Vienna da un signore di Agordo. Quelle vette si elevano presso a 2000 metri; più a sud-ovest troviamo il gruppo del monte Pavione (met. 2332) ed i monti che cingono a ponente il bacino di Lamon ed altezze sensibilmente minori. Nel tratto poi tra la Sella di Arten e la pianura trevigiana, in armonia coll'andamento stratigrafico, la linea delle vette regolarmente s'innalza dal Tomatico (met. 1626) al monte Grappa (met. 1773). La cresta di questo monte si allinea a nord-est sopra una regione di dossi ondulati, la quale ricorda il prossimo altipiano dei Sette Comuni anche pel fatto che in valle di S. Lorenzo le acque scompaiono per un baratro che toglie la continuità alla valle medesima. A questa dispersione superficiale di acque corrispondono nella valle del Brenta le sorgenti di S. Nazario. Orograficamente però questa valle di S. Lorenzo si continuerebbe colla valle di S. Felicita, che serve attualmente di confine tra le due provincie di Treviso e di Vicenza. Nella genesi delle depressioni idrografiche, dovute alla erosione è importantissima questa valletta, che rappresenta per così dire un tentativo delle acque prima che si formasse la prossima e parallela valle del Brenta. Questo solco laterale del Brenta mi richiama la valle di Chiampovano, del pari laterale e parallela a quella dell' Isonzo e molti altri esempî di solchi, lasciati a metà od abbandonati nella evoluzione della orografia per l'opera prevalente dell'azione torrenziale.

Le falde terziarie di questo gruppo non presentano minore interesse di quelle tra il Brenta e l'Astico, poichè i terreni tutti cenozoici vi sono rappresentati con ricchi giacimenti di fossili; anzi vi troviamo alcune specialità sino ad ora esclusive a questo tratto di suolo, quali le argille di Castalunga, del piano di S. Giovanni Illarione, le molasse con ittiodonti di Crespano, le marne tortoniane di Romano, finalmente le marne a filliti messiniane di Col Rovigo, presso Mussolente. Di più incomincia da questo punto l'enorme sviluppo delle alluvioni terziarie, le quali vanno acquistando sempre maggiore importanza nel Trevigiano e nel Friuli ed hanno significato assai grande nello studio dei fenomeni continentali, come mi sono sforzato di dimostrare in varî precedenti miei scritti.

6. *Alpi cadorine, dalla Valle Mis alla valle trasversale del Piave.*

Tra le due vôlte, assai profondamente erose in corrispondenza della valle dell'Adige e della valle di Gail, si stende una vastissima tratta di formazioni mesozoiche, a stratigrafia molto accidentata e solcate da erosioni più ampie e più profonde di quelle scolpite nelle montagne calcari, di cui abbiamo visto fino ad ora. Queste erosioni perciò mettono a nudo ed incidono dei terreni, che altrove sono appena accennati o completamente sepolti. Le formazioni che nell'area cadorina assumono prevalente sviluppo superficiale sono i calcari più o meno dolomitici, di cui abbiamo già discorso, e sopra di essi doveva stendersi continuo un mantello delle più recenti formazioni mesozoiche; come ne fa testimonianza l'interessantissimo lembo di rocce titoniane e cretacee dell'alto Ampezzano. Senonchè tra le più recenti di queste rocce noi troviamo delle arenarie e delle puddinghe, le quali non si ponno riferire all'eocene e rendono assai probabile il fatto della emersione di questo tratto delle Alpi, al pari della Lombardia e dell'Austria superiore, sullo scorcio dell'epoca cretacea.

La massa calcareo-dolomitica tocca in alcuni punti met. 3400 ed è solcata da valli, le quali hanno tutte, almeno per lunghi tratti, un decorso da nord-ovest a sud-est. Questo decorso è precisamente perpendicolare ad un sistema di fratture, le quali seguono a quella sopra accennata di Val Sugana-Agordo, attraversano la valle di Zoldo e quella del Boite, un po' prima della sua confluenza col Piave. e vanno a finire nell'alto Comelico. Quivi appunto questo fiume trae origine colla valle di Sesis e coll'ammirabile bacino di val di Visdende. Dove prevale una sola di tali fratture, si continuano quei rapporti tectonici, che abbiamo scorti a ponente della valle del Mis; ovunque poi, da Perarolo al ponte delle Alpi come da Agordo alla confluenza del Cordevole, si scorgono gli strati calcareo-dolomitici sprofondarsi con fortissima inclinazione sotto ai terreni cenozoici per costituire il bacino bellunese. Questo bacino è una grande piegatura, alla quale convergono, tanto l'accennata comba della Sella di Aune quanto quelle altre curve, che meno distinte si avvertono nella massa del Tomatico e del Grappa in continuazione a quelle dell'altipiano di Asiago.

Quanto ammirano gli alpinisti in questa regione, detta dolomitica, dipende ad un tempo dalle indescrivibili bellezze e dalla varietà dei dettagli delle masse, mirabilmente scheggiate, nude, recinte di ghiacciai e dal forte contrasto, che quelle vette presentano coi loro basamenti, in generale formati di terreni arenacei, marnosi, tufacei o melafirici, sempre riccamente coperti di sfacelo fertilissimo; epperò con pascoli e selve, per nostra fortuna abbastanza conservate. La saldezza delle rocce dolomitiche, rende l'ascesa alle vette se non comoda, almeno sicura. La buona viabilità attraverso i pascoli ed i boschi facilita le escursioni pei meno arditi; quindi in pochi anni la fama di queste montagne cadorine si è divulgata anche in Italia; anzi, credo di non errare affermando che trovarono in uno scienziato italiano chi le descrisse coi calori più vivi e più veritieri [1]. Io non vorrò certamente gareggiare col mio amatissimo maestro nel descrivere quel mondo di rupi scintillanti del più bel colore

[1] A. Stoppani, *Il bel paese*, 3ª edizione, 1880.

roseo, nè tampoco enumererò quelle vette aventi ciascuna una propria fisonomia; il che certo non gioverebbe a rappresentare sotto l'aspetto il più attraente quel brano del bel paese. Mi limiterò a consigliare anche ai meno robusti alpinisti, che volessero ammirare quella regione, di percorrere almeno le valli di Otten e dell'Ansiei, di valicare possibilmente qualcuna delle selle che mettono dalla valle dell'Ansiei in quella del Boite, oppure di portarsi al più incantevole punto di vista da cui si possa contemplare la catena dolomitica, cioè sul Col di Lana (met. 2460) a nord-ovest di Andraz, presso le origini del Cordevole.

Ai geologi poi non occorrerà che io rammenti come questo grande sviluppo di calcari e di dolomie rappresenti la varia localizzazione della vita marina nel massimo della sua attività litogenica, e come i centri di questa localizzazione nei varî punti di quest'area si sieno rimutati nel lungo periodo fra il Trias medio ed il Lias superiore; nè ora cade in acconcio una precoce esamina dei dettagli in vista delle teorie recentemente avanzate da illustri scienziati.

Dirò piuttosto che questa massa delle dolomie infrarabliane, così eterogenea nella sua compage, con un grandioso reticolato di interstrati meno compatti, colle più sorprendenti equivalenze tra il calcare organico e le contemporanee formazioni vulcaniche o litorali', doveva naturalmente pel sollevamento essere spostata in modo irregolarissimo ed infranta in più sensi, e quindi dalla erosione in vario modo elaborata. Da qui la varia fisonomia, per ciascuno caratteristica, dei monti dolomitici; da qui la mancanza di quell'allineamento di culmine, il quale si avverte in quasi tutta la Lombardia e nel non discosto Friuli, dove l'alternanza delle masse dolomitiche coi terreni meno compatti è più regolare e più continua.

Ciò non toglie però che le principali fratture trasversali, che certamente almeno alla lontana corrispondono al tracciato idrografico, presentino la accennata normalità rispetto alle fratture longitudinali; ed anche quando la valle secondaria è tortuosa ed assai complicata come è il caso di quella del Cordevole sopra Agordo, essa può decomporsi in varî rami, perpendicolari o paralleli all'accennato sistema delle fratture principali.

Ognuna poi di queste valli merita speciale attenzione del lettore per importantissimi dettagli geologici, indipendenti dalle meraviglie alpinistiche della formazione dolomitica. Infatti troviamo all'origine del Cordevole le preziose località di Livinallongo e di Prelongei (presso S. Cassiano), ove è necessario che si porti ogni geologo, il quale voglia formarsi una idea meno vaga sul valore di alcune denominazioni, abusate o svisate. Nella valle del Biois troviamo le transizioni più istruttive tra la struttura geologica delle Alpi cadorine e quelle del Tirolo. Nella valle di Zoldo vediamo il più mirabile intreccio degli strati sedimentari e fossiliferi del Trias medio coi tufi e colle rocce augitiche, oltre a non spregevoli indizî di depositi minerarî. All'origine della valle del Boite avvi l'accennato lembo di rocce giuresi e cretacee, che fu recentemente illustrato dai geologici viennesi ma che non era sconosciuto al benemerito ed infaticabile Catullo. Lungo la valle dell'Ansiei abbiamo poi i più istruttivi passaggi tra le formazioni calcaree o marnose e le dolomie del Trias medio e superiore. Nel Comelico infine abbiamo il massimo sviluppo della formazione a *Bellerophon* ed alle origini del Piave in val di Sesis, come pure alle origini di Val Digone, interessantissime particolarità delle formazioni protozoiche.

Anche dove hanno esclusivo sviluppo le dolomie, compaiono talora dei banchi fossiliferi, che non invidiano per varietà delle forme organiche preservate la ricchezza dei varî piani dolomitici lombardi. Basterà che ricordi le frane del monte Antelao, il passo di Forcella Piccola, le frane del Pelmo, il versante settentrionale delle Marmarole, la porzione più elevata dal colosso dolomitico della Marmolada (met. 3366) ed i dintorni di Andraz.

Prescindendo dai ripetuti disturbi stratigrafici e dalle scontinuità dipendenti dal modo di origine, questa masssa di dolomie, con una media potenza di mille e cinquecento metri, formava un piano inclinato dalla valle dell'Avisio al vallone bellunese; ed i capostabili di essa rimangono elevati ad altezze non molto diverse e regolarmente diminuenti secondo l'accennato originario pendio.

Ecco una nota delle principali vette dolomitiche:

M. Pordoi, nord-ovest di Araba (met. 3153)
M. Creparossa ad ovest di Landro (met. 3026)
M. Popera (met. 3091)
C. d'Agnello (met. 2114)
M. Najarnola (met. 2450)
M. Cristallo (met. 3244)
M. Sorapis (met. 3291)
M. Marmarole (met. 2720)
M. Antelao (met. 3255)
M. Tofana (met. 3267)
M. Pelmo (met. 3162)
M. Sfornoi (met. 2409)
M. Marmolada (met. 3366)
M. Cimon della Pala (met. 3240)
M. Pala di S. Martino (met. 3443)
M. Civetta (met. 3188)
M. Pelsa (met. 2420)

È degno di nota il fatto che questa massa dolomitica presso il suo perimetro non è punto di una potenza meno rilevante che verso il centro dell'area cadorina. Per tale guisa questa apparenza di golfo mesozoico che s'interna verso l'asse delle Alpi tra le Retiche e le Carniche *non ha alcuna base reale nei fatti geologici accennanti alle scomparse orografie,* e queste andranno ricostituite collo studio dei più minuti dettagli litologici e paleontologici della massa di questa formazione. Il mantello dolomitico con ogni probabilità si stendeva in ampia vôlta sui porfidi permiani del Tirolo meridionale nella stessa guisa che ricopriva le formazioni protozoiche alle origini comuni della Drava e della Gail.

Dissi di sopra che gli strati più recenti di questa formazione dolomitica scendono assai inclinati a sud-est, per costituire il vallone bellunese. Veramente questo epiteto di vallone potrebbe far sorgere nel lettore una meno precisa idea di una regolare sinclinale, lungo l'asse della quale scorra il Piave; ma la cosa non è di fatto in questi termini. Anzitutto il Piave scorre più a sud dell'asse stratigrafico, il quale decorre dalle falde del monte Serva alla sella di Aune; in secondo luogo, la gamba meridionale di questa curva sale con dolcissimo pendio a costituire la catena del monte Cesen e del Col Visentin, della quale vedremo più sotto, con differenza grandissima dalla gamba settentrionale, assai inclinati; in terzo luogo gli strati miocenici del piano di Schio vi sono insinuati con apparente discordanza sugli strati nummulitici, presentandosi soltanto inclinati a nord-ovest. Queste complicazioni non tolgono che questa sia una profonda ruga longitudinale e che meriti il nome di *vallone* quanto e forse più che alcun'altra analoga depressione del sistema alpino.

7. *Catena tra il vallone del Piave e la Valle Lapisina.*

La accennata gamba di sinclinale, che poi si incurva a mezzodì verso i colli trevigiani, è composta di tutta la serie giurese, più o meno mascherata dalla struttura dolomitica; inoltre, da ampio sviluppo dei terreni cretacei gradatamente passanti dal tipo veneto a quello illirico; poscia dai terreni eocenici, identici ai friulani. Essa sale morbidamente dall'altitudine media di met. 300, alla quale scorre il Piave, sino alla vetta dello spartiacque dalla valle di Mareno. Abbiamo da ponente a levante il monte Cesen (met. 1577), il monte Neppe, il col del Moi (met. 1361), la cima di Lago, il Col Visentin (met. 1764) e il monte Faverghera, presso alla chiusa di Fadalto. La catena è solcata nel suo mezzo dalla sella di S. Leopoldo (met. 708), la quale mette a nudo i terreni giuresi, inferiori alla tenuissima zona titoniana. Nel versante meridionale quella catena è in gran parte diruta, per essere state le formazioni rotte e quindi abrase nella piega assai brusca, che esse subirono per sprofondarsi nella depressione adriatica. È assai importante questo fatto stratigrafico, così strettamente unito colla genesi della attuale orografia ([1]) e noi ne vedremo la continuazione attraverso buona parte delle prealpi friulane. Il versante settentrionale è profondamente solcato da valli di erosione, per essere i terreni assai erodibili, ed in queste vallicole è insinuato il terreno morenico sino a grandissime altezze. Verso Lentiai, la formazione cretacea offre il più spiccato carattere delle scaglie venete e passa all'eocene con potente sviluppo di marna rossa a fucoidi. Presso Belluno invece scompare gradatamente la forma scagliosa e sotto le dette marne compaiono potenti banchi calcarei, che formano la bella anteclinale del monte Pascolet e si continuano oltre la chiusa di Fadalto nell'altipiano del Cansiglio. Nell'autunno del 1881, quando la presente descrizione era già stesa, percorsi dettagliatamente la sponda sinistra del vallone bellunese e l'altipiano del Cansiglio. Nella prima regione trovai di confermare quasi totalmente le osservazioni del signor Hörnes, come dirò in un lavoro in corso di stampa sulla geologia della provincia bellunese. Nell'altipiano del Cansiglio ho potuto poi constatare per quali transizioni la *facies* arenaceo-marnosa dei più recenti terreni cretacei passi alla *facies* calcare della formazione a rudiste ed a nerinee del monte Cavallo; trovandovi molto esteso un calcare a *Conocrinus*, sempre alternato colla scaglia rossa, che non compare a questo livello in alcun altro punto delle Alpi venete.

Il compianto Catullo ha insistito assai nella sua idea che questa sella di Fadalto (met. 490) rappresentasse un decorso storico del Piave, deviato per scoscendimento del monte Le Prese. Mortillet e quindi Hörnes credettero di scorgere delle morene in queste frane ed anzi il secondo di questi geologi credette di vedere un intero apparato morenico allo sbocco della valle del Meschio nei rilievi di conglomerato terziarî di colle di S. Martino e dei dintorni di Sarmede. Delle quali idee dirò a suo luogo. Frattanto non ometterò di chiamare l'attenzione del lettore sulla sella di S. Leopoldo, che incide profondamente nel suo bel mezzo la catena, e su questa depressione di Fadalto. Nella prima noi scorgiamo una delle traccie di un antichissimo

([1]) Vedi gli scritti dell'autore: *Appunti geologici sulla Provincia di Belluno,* Atti della Soc. it. di sc. nat., 1879 e del signor Hörnes: *Die Umgebungen von Belluno und Serravalle.* Vienna, 1878.

scaricatore del bacino del Piave, in analogia a quanto vedremo evidentemente anche pel Tagliamento. Nella seconda, prescindendo dalle frane, noi scorgiamo la via tenuta dalle acque del Piave in epoca terziaria, prima che fosse sbarazzato l'attuale decorso di questo fiume tra Belluno e Feltre, e prima che fossero le attuali condizioni di superficie prodotte dalle ultime oscillazioni preglaciali, di cui vediamo le traccie manifeste nella varia inclinazione degli strati dell'alluvione terziaria. Se poi volessimo rimontare ancora più indietro nello studio del modellamento orografico della regione, noi troveremmo altri antichi scaricatori delle acque raccolte in area bellunese in corrispondenza dei numerosi passi che incidono la catena a sud del vallone del Piave e più sotto anche le diverse linee di colli terziari adiacenti a Conegliano. Certamente questo studio delle selle, non corrispondenti ad interstrati meno compatti e che congiungono le diverse valli longitudinali, può tornare importante nella ricerca delle orogenesi di tutti i paesi; e credo che il primo tentativo da me fatto a questo proposito nello studio della provincia udinese possa essere imitato senza tema di soverchia teoricità e costituire un capitolo interessante in un trattato di *geologia continentale.*

Quest'alluvione terziaria, incominciatasi nel periodo Tortoniano ed accumulata con grande potenza nei periodi Messiniano e Piacentino, è sviluppatissima alle falde di questa catena dei monti trevigiani. Dai colli di Asolo passa a formare il Montello, poi costituisce la massima parte dei colli di Conegliano sin quasi a Carbanese e regolarmente si adagia sulle molasse di Refrontolo e di Ceneda, nelle quali si ripresenta la fauna tortoniana di Romano, presso Bassano. Nè meno interessanti sono i più antichi terreni terziarî, tutti assai fossiliferi e singolarmente allineati in creste parallele, le quali, con una continuità rimarchevolissima e con esatta corrispondenza alla natura litologica, si stendono dai dintorni di Valdobbiadene alle falde del Cansiglio. Sono note l'amenità e la feracità di queste colline trevigiane, dove l'industria enologica ha in pochi anni attinto un grado certamente non inferiore a quello delle altre regioni vinicole italiane e si è aggiunta all'industria manifatturiera, quivi fioritissima. Alcuni giacimenti lignitici, alternati coi banchi più antichi della alluvione sarmatica, presentano qualche probabilità di coltivazione non passiva. Il piano che si stende più a valle è interessantissimo per le traccie assai evidenti delle migrazioni posglaciali, offerte dal fiume Piave.

8. *Alpi carniche a nord della depressione dell'alto Tagliamento.*

La catena montuosa che si stende dal passo di Padola (met. 1684) alla confluenza della Gailiza nella Gail, rappresenta pel geologo una mezza cupula, erosa al suo vertice, colla scomparsa dei piani mesozoici. Ne consegue che questa catena costituisce una regione di massimo interesse per lo studio delle formazioni paleozoiche, le quali sono quivi più numerose e più sicuramente distinte che in qualunque altro punto della catena alpina. Anche prescindendo dal piano a *Bellerophon*, il quale non presentò sino ad ora in Carnia fossili determinabili e la di cui permicità non è ancora da tutti accettata, questo è il campo in cui quasi trent'anni or sono il prof. Pirona e poscia lo Stur rinvennero i fossili carboniferi, che io ed il sig. Stache abbiamo raccolto e determinato in maggior copia in epoca più recente. Quivi poi dieci anni fa si scoprivano le graptoliti siluriane, che furono descritte dal signor Stache e lo

invogliarono a stendere quell'importante lavoro sulle formazioni paleozoiche delle Alpi, di cui le principali deduzioni riguardo all'area carnica saranno discusse nei capitoli seguenti. Fatto indubitato si è che quivi, in quell' affioramento di rocce pretriasiche il quale spicca evidentemente sulla Carta, vanno distinti almeno tre sistemi di rocce spettanti ad epoche molto diverse. Abbiamo cioè delle formazioni semicristalline, le quali seguono sulla destra il corso del Gail e presso all'origine di questo fiume s'innalzano a formare lo spartiacque e penetrano nel Comelico; poi una zona intermedia di quarzoscisti e di argilloscisti, da riferirsi al Siluriano; in terzo luogo un complesso di formazioni argillo-scistose, clastiche o calcari con varî livelli fossiliferi, riferibili al Carbonifero superiore ed al Permiano. Le vette, allineate lungo lo spartiacque, sono costituite da rocce anfiboliche, come il col Quaternè (met. 2260) oppure da masse assai compatte di calcare saccaroide come il Peralba (met. 2690), il Konigswand (met. 2460) ed il monte Volaja. Altre invece sono di calcare carbonifero, con fossili più o meno distinti, quali il monte Coglians (met. 2731), il monte Canale, il Pizzo di Timau (met. 2045), il Pizzo Avostano, lo Scarniss e l'Ohertrieb. Altre infine risultano di terreni scistosi, con ripetute zone calcaree, come il monte Poludnig e l'Osternich (met. 2185) all'estremità della catena. Che se noi seguiamo il corso dei tre principali confluenti nel Tagliamento, cioè del Degano, del But e del Chiarso, troviamo a varia distanza dal crinale della catena la zona delle rocce ritenute permiane colle arenarie e coi conglomerati quarzosi. Quindi sino alla confluenza di quei fiumi nel Tagliamento si osservano in posizione stratigrafica i varî piani triasici inferiori al Raibliano. E questi terreni triasici sono disposti per modo che anche i più recenti di essi, in genere spettanti in varî piani delle dolomie infraraibliane, coronino gli spartiacque fra i detti confluenti. Le varie masse dolomitiche non sono meno irregolari che nel Cadore; anzi il reticolato delle formazioni arenacee e marnose in Carnia è più fitto e più disturbato da contorsioni; specialmente nei monti tra la valle del Tagliamento e quella del Lumiei. Ma il piano delle marne di Raibl attraversa tutte le Carniche con grande continuità, passando per Somdogna, Dogna, Aupa, Frondison, Lauco, Raveo e Forni di Sotto, ovunque con influente evidenza sulla conformazione orografica. L'aspetto della regione triasica della Carnia, ricorda quello del Cadore; se non che, per la minore ampiezza delle valli, il contrasto fra le dolomie in alto e le arenarie o le marne alla base è molto più saliente ed alcune volte nuoce alla amenità del paesaggio. Sonvi però alcuni tratti della valle del Degano intorno a Mione, della valle di S. Pietro presso Arta, dell'Incarojo presso Paularo, i quali non temono il confronto colle più amene posizioni alpine.

Nel bacino del Fella la massa dei terreni calcareo-dolomitici è più conservata; epperò il carattere delle valli è molto più selvaggio ed è sensibilmente più povero il suolo. Egli è quivi che la orografia carnica, contradistinta dai monti arenaceo-marnosi coronati da dolomie, fa brusco passaggio a quella caratteristica dell'alta valle dell'Isonzo, in cui grosse masse dolomitiche, quali il monte Canino (met. 2479), il monte Rombon (met. 2210), il Manghert (met. 2678), il Triglau (met. 3646?) ed il Krn (met. 2241), si elevano da una regione più uniforme, parimenti calcare.

La continuità della depressione principale carnica, dal passo della Mauria (met. 1277) alla Sella di Nevè (dalla Valle Raccolana a Raibl) è forse ipotetica; quantunque

ancora prima che a me, sia parsa verosimile allo Stur. Sino ai piani di Portis però, dove il Fella confluisce nel Tagliamento, questa depressione presenta il duplice carattere di una amplissima erosione, in parte occupata sino a sensibili altezze da alluvioni sarmatiche, e di una importantissima faglia, per la quale sembra continuarsi in Friuli uno dei rami della frattura che ho detto estendersi dalla Valle Sugana ai dintorni di Pieve di Cadore. Questa depressione, per quanto io sappia, non fu invasa dal mare miocenico, sebbene presenti dei lembi eocenici sulla sinistra del Fella, presso Resiutta.

9. *Monti e colli compresi tra la valle del Piave, continuantesi colla depressione lapisina, e quella dell'Isonzo.*

Se il gruppo precedente ci rappresentava una mezza cupula erosa, questo dei monti che circondano la pianura friulana può paragonarsi ad un amplissimo anfiteatro, del quale le gradinate superiori siano rappresentate dai monti calcareo-dolomitici, i gradini mediani dai calcari cretacei e dai colli terziarî, e l'amplissima arena dalla regione morenica, dove troviamo uno dei più conservati anfiteatri delle prealpi italiane. Vi sono delle valli col più assoluto carattere dolomitico, siccome quella dello Zelline, limitata a ponente da vette che si spingono sin oltre i met. 2600 (monte Gridola e monte di Lares), e quelle del Meduna e dell'Arzino, cinte da monti sensibilmente più bassi. Negli spartiacque di queste valli si vedono poi nel modo più complicato contorcersi e salire a varia altezza dei lembi di terreni giuresi e liasici, coronati dagli ultimi avanzi delle formazioni cretacee a tipo euganeo. Vi sono complicatissime curve statigrafiche ed evidentissime fratture, delle quali la più importante attraversa tutto il Friuli con leggera curva verso nord; passando per Barcis, val di Campon, Canal di Vito, Peonis, Passo di Menador, monte Maggiore e Caporetto. Vi sono, per entro le valli ed alle prime falde delle prealpi friulane, dei lembi assai interessanti di terreni eocenici, i quali vanno sempre più sviluppandosi da occidente ad oriente. Vi sono finalmente nell'area delle alluvioni e delle morene interessantissimi affioramenti di rocce sollevate, ed il colle stesso di Udine è in parte costituito di conglomerato sarmatico; mentre più a sud un tenue affioramento degli strati di Schio, rappresenta l'ultimo limite sicuro di questa formazione in terra italiana.

È poi molto singolare il fatto che a levante del Tagliamento, mentre cessano pel versante adriatico le formazioni neogeniche, incomincia il grande sviluppo delle eoceniche a tipo del *Flysch* e piglia le mosse quel gruppo di curve allineate, il quale con direzione sud-est si continua nell'Istria e nella Dalmazia. La valle del Tagliamento non può essere estranea, nelle sue prime cagioni, a questo brusco cambiamento di direzione e di sviluppo delle formazioni eoceniche.

Il panorama geologico, preso dal Castello di Moruzzo (met. 246) nel cuore del Friuli che io pubblicai nel 1872, dà un'idea dell'aspetto dirupato, che presentano verso mezzogiorno le testate delle formazioni mesozoiche, a monte della accennata frattura Barcis-Caporetto; specialmente dal lato di levante, ove in corrispondenza alla scontinuità della valle del Torre tra i monti Laschiplas e Montemaggiore si vede lo sfondo della catena dei monti di Musi. Verso ponente, le creste dolomitiche tra

il Piave e lo Zelline si prospettano di fianco e si presentano nel loro aspetto caratteristico. Chiude poi la bellissima linea d'orizzonte la vetta di monte Cavallo (met. 2250), simile nel profilo al monte Rosa e che si erge maestoso sull'altipiano dei monti di Polcenigo, elevato metri 2300. È questa la massima altezza che raggiungano, per quel che io sappia, nelle Alpi meridionali i terreni cretacei. Le falde terziarie veggonsi interrotte dagli aridi dossi, che corrispondono ad affioramenti del calcare a rudiste. Dovunque poi questo compaia, porta seco il più evidente ricordo della orografia liburnica, così per la conformazione del suolo come per la sterilità di questo; e tale sterilità sarebbe assoluta se mancasse il provvidenziale *terreno siderolitico*, residuo delle masse calcaree, state disciolte dall'azione meteorica.

Non dirò poi dell'importanza delle formazioni alluvionali e moreniche del Friuli, delle quali ho trattato ampiamente in apposita monografia; ricorderò soltanto che l'esame di tali formazioni può somministrare non spregevoli norme per uno studio importantissimo, di cui tuttora si attende la unificazione, sui terreni posterziarî della valle Padana.

Il Friuli, in una parola, colla varietà dei terreni che lo costituiscono, colla ricchezza e coll'importanza delle sue località fossilifere, colla evidenza dei principali fenomeni tectonici, sembra compendiare la geologia delle alpi italiane. Ma purtroppo gli studî che vi ho potuto compire non fanno che sfiorarne l'inesauribile tesoro di fatti geologici e di raccolte paleontologiche e nutro speranza che altri italiani continuino animosamente quelle ricerche, che prima di me aveva lodevolissimamente iniziate l'ottimo mio amico il prof. A. Pirona. Alcune faune sono pressochè sconosciute tuttora, oppure io colle precedenti mie pubblicazioni, qui compendiate, non feci che indicarne le forme caratteristiche [1]. Specialmente meritevoli di studio sono quelle del Lias medio ed inferiore, della Creta superiore e dell'Eocene. Ed anche i fatti stratigrafici vanno studiati in questa e nelle altre regioni del Veneto con più minuto e più paziente dettaglio di quanto si sia fatto sino ad ora, specialmente da noi. Non occorre che io nuovamente lamenti le cagioni per le quali ciò non si è potuto fare sino ad ora. Mi permetto solo di accennare ad una ferma mia idea, che cioè la geologia italiana non farà un passo sicuro se non quando per ciascuna delle formazioni che costituiscono il nostro suolo, o per cadauna delle regioni in cui esso può dividersi orograficamente, non si possederanno estese e complete monografie, fatte da geologi. Allora soltanto potremo per le nostre Alpi pensare ad una *Carta geologica in grande scala*. Per quel tempo speriamo che in Italia sia aumentato il numero dei geologi, non di professione ma di inclinazione e che siano sufficientemente preparati, bene organizzati, forniti di abbondante materiale scientifico e guidati da un chiaro concetto della scienza che vogliono coltivare. Confessiamolo; sino ad ora si è proceduto un poco a tentoni ed anche per così dire rimorchiati dai geologi stranieri. Ma se a questo fatto vi sono eccezioni, queste per

[1] In occasione del Congresso geologico di Bologna venne pubblicata in scala ridotta la mia *Carta geologica del Friuli*, con annessa descrizione; ed io rimando a quella il lettore pei dettagli, che qui non ho potuto compendiare. Fra breve sarà pubblicata, io spero, in analogo formato la Carta della provincia di Belluno, che ho del pari compiuta, dietro incarico affidatomi da quell'Ufficio provinciale, nelle vacanze autunnali dal 1877 al 1881.

fortuna le troviamo, e brillanti, anche nel campo della geologia veneta e voglio accennare in particolar modo agli studî fondamentali del chiarissimo barone de Zigno ed ai lavori del pari assai completi del Meneghini, del d'Achiardi e del Pirona; nonchè alle pubblicazioni di giovani geologi e paleontologi, quali i signori Bassani, De Gregorio, Nicolis e Parona, per tacere degli altri; ai quali tutti presento pubblicamente i più sinceri ringraziamenti per l'aiuto che mi hanno prestato in questo mio lavoro, in gran parte di semplice compilazione.

Dopo questo sguardo alla regione che dobbiamo esaminare più in dettaglio, lasciata una lacuna riguardo ai colli Euganei di cui vedremo in apposito capitolo, passiamo ora in ordine cronologico all'esame di cadauna formazione affiorante nelle venete provincie.

CAPITOLO III.

Formazioni anteriori al Carbonifero.

Generalità sulle formazioni protozoiche e paleozoiche del Veneto.

Le aree di affioramento dei terreni precarboniferi del Veneto furono per tempo riconosciute come antichissime, in grazia delle profonde differenze che esse presentano in confronto colle secondarie e per la evidente discordanza della loro serie rispetto a queste ultime. Prevalga lo scisto oppure compaja il calcare saccaroide, od altrimenti le roccie accennino a profondo metamorfismo, alla apparenza d'antichità si aggiunge la copia dei giacimenti di minerali metalliferi, taluni importanti. Le rocce granitiche e gnessiche, non meno che le anfiboliche, non lasciano di rendere ancor più complicata questa serie di terreni, nella cui esposizione ci inoltriamo assai guardinghi; quantunque si tratti di una regione abbastanza studiata, dove le fila sono tracciate forse più sicuramente che in alcun altro punto delle Alpi italiane.

Infatti abbiamo già ricordato come specialità di questa regione importanti giacimenti fossiliferi. Il sig. prof. Pirona dapprima, quindi lo Stur, io ed altri geologi abbiamo successivamente raccolti fossili carboniferi nei pressi di Pontebba; il sig. Stache scopriva quindi alle falde del monte Osternig i graptoliti e ne colse occasione per importantissimi lavori. Io medesimo nello scorso anno raccolsi altri graptoliti ed osservai una importante zona di calcari madreporici del carbonifero superiore nelle vicinanze di Paularo. Le condizioni stratigrafiche, intravedute prima dal sig. Stur furono seguìte con maggior dettaglio dallo Stache e da me, a reciproca insaputa, ed il lettore confrontando i nostri lavori può riscontrare come a ciascuno di noi sia emersa la esistenza di numerosi livelli entro la massa prima riferita a due soli piani, *degli scisti e dei calcari della valle di Gail;* rimanendo poi importanti differenze tra noi nel giudicare alcuni dettagli stratigrafici, che al geologo austriaco come più versato nella conoscenza dei terreni delle Alpi centrali hanno permesso di addivenire ad una suddivisione più minuta di quella che io mi sono arrischiato di adottare.

È abbastanza interessante la storia dello studio di tali formazioni. Essa infatti

dimostra come siano state fallaci le prime generalizzazioni, che pur sembravano naturalissime, e come siano tramontate rapidamente alcune ipotesi, comparse con aspetto assai attraente: in specie quella della esistenza di una larga zona di scisti riferibili al Permiano, che io pure aveva accolta per una porzione della Carnia ma che poi trovai quivi insostenibile non meno che nella Lombardia e nel Canton Ticino [1]. Vedesi d'altronde come le osservazioni e le induzioni, fatte nel 1824 [2] dal De Buch in una sua traversata delle Alpi carniche da Paluzza a Mauthen, fossero improntate di una verità, che ulteriori ricerche hanno finito col porre in tutta evidenza; poichè se il grande geologo ha errato nell'apprezzare l'estensione delle varie formazioni scistose e calcari e nel non distinguere gli scisti meno antichi dal gruppo dalle grovacche, non ha certamente smentito la sicurezza del suo sguardo quanto riferiva la massima parte della catena carnica ai terreni di transizione, suddivisi in argilloscisti e grovacche, e scorgeva un equivalente del Permiano germanico nella potente e continua zona degli scisti arenacei rossi e dei conglomerati che li accompagnano.

Dopo le osservazioni del De Buch non troviamo per molti anni alcun cenno sulla zona paleozoica carnica, se togliamo alcune osservazioni del Boué [3] sui dintorni di Tarvis, ove aveva notato il conglomerato calcare; forse la zona a fusiline permiane, studiata dai sig. Tietze e Stache. Il Lipold, nel libro sulla geologia e mineralogia della Carinzia e più in dettaglio nelle comunicazioni fatte all'Istituto geologico di Vienna negli anni 1854 e 1856, distinse un gruppo inferiore di scisti con grovacche e calcari da un gruppo superiore di arenarie e di scisti, che riferiva alla formazione carbonifera. Introduceva così la denominazione di *scisti della valle di Gail*, però avvertendo che soltanto la parte superiore dei medesimi sicuramente corrispondeva al Carbonifero alpino. Il sig. Fötterle nel 1855 [4] generalizzò il significato della denominazione, introdotta dal sig. Lipold, distinse dagli scisti il calcare che separò in due membri, l'uno l'inferiore e l'altro superiore agli scisti fossiliferi, scoperti in quegli anni presso Pontebba. Quale sia stato lo scopritore di tali fossili ignoro; certo è che qualche anno prima che ne parlassero i geologi austriaci ne raccolse il mio chiarissimo amico prof. Pirona, che fu guida al sig. Fötterle nel viaggio geologico in Carnia e che non aveva avuto da alcuno la indicazione della loro esistenza. Gli orizzonti fossiliferi sono parecchi e le località abbastanza numerose lungo la catena delle Carniche, come vedremo poi sotto; i fossili primamente raccolti nei dintorni di Pontebba e precisamente presso la sella del Nassfeld furono brachiopodi e coralli del Carbonifero.

[1] T. Taramelli, *Osservazioni stratigrafiche sulle valli del Degano e della Vinadia in Carnia.* Ann. scient. del r. Ist. tecnico di Udine, 1869. Vol. III, con 3 tav. — *Osserv. stratigr. sulle valli del Bût e del Chiarsò in Carnia*; ibidem. Vol. IV. 1870, con tav. — *Il Canton Ticino meridionale ed i paesi finitimi.* — Spiegazione del foglio 24° della Carta geologica eseguita dai signori Negri, Spreafico e Stoppani; un volume con tavole. 1880. Berna. ed. Dalp.

[2] *Geognostiche Briefe an Alexander von Humboldt über das sudlische Tyrol, nebst anderen Briefen verwandten Inhalts an verschiedene Naturforscher von Herrn L. v. Buch*, herausgeben von Leonhard. Hanau, 1824. VIII, p. 160-172.

[3] A. Boué, *Aperçu sur la constitusion géologique des provinces illyriennes.* Mem. Soc. géol. de France T. II, 4, pag. 43. 1835. Paris.

[4] Jahrb. k. k. geol. R. A. Wien, 1855. VI. Verh. pag. 902.

Nel 1856 comparve un'importante Memoria del sig. Dionisio Stur [1] con indicazioni stratigrafiche e colla determinazione prima dei fossili da lui raccolti all'*Oharnach*, più a ponente della località anteriormente conosciuta. Accettata la divisione in scisti e calcari della valle di Gail, pone i secondi normalmente superiori ai primi; non escludendo che a volta formino amigdale, in questi comprese od anche ad essi sottoposte. Negli scisti distinse: una zona più antica, con argilloscisti neri o violetti, talvolta passanti ai micascisti e più in alto, verso ovest, ad arenarie bigie; ed una zona superiore, con scisti ocracei, alla quale riferisce il piano fossilifero dell'Oharnach, con *Spirifer Mosquensis* Fisch, *Orthis eximia* Eichw., *Retzia radialis* Phill., *Productus semireticulatus* Martin, ritenuto coevo con quello di Bombach presso Pontebba. Sopra questi scisti ocracei collocò il calcare ferruginoso con ortoceratiti, da lui primamente osservato presso Plecken ed in val di Wurmlach. Delle masse calcari riconosce la complicatissima posizione tectonica e le delimita con precisione, come fu poi indicato sulla Carta del sig. Hauer.

In ordine ascendente ha distinto dei calcoscisti neri, sonori con articoli di crinoidi, dei potenti banchi di marmo rosso e giallo e delle masse non stratificate di calcare grigio chiaro, fossilifero al monte Collina. Non tralasciò di notare le zone limitate di calcare del canale di Gorto, in Carnia; ma errò nel riferire le rocce diabasiche, che sono collegate a quei calcari presso al contatto cogli argilloscisti verdi e violetti, alle diabasi o dirò meglio ai tufi augitici di Sappada, compresi nella serie norica del Trias. Io penso anche che egli sia stato meno preciso nella riunione in un sol gruppo di tutti questi calcari, formanti delle masse allineate ed apparentemente coeve lungo il crinale delle Alpi carniche ed ai lati della catena centrale. Quanto alle relazioni stratigrafiche, per uno studio preliminare furono abbastanza esattamente rilevate; trascurandosi però quelle contorsioni e quei salti secondarî, che io ho procurato di studiare con qualche dettaglio in un lavoro pubblicato nel 1874 [2]. Appunto per non essersi ammesse queste discordanze e per essere stati associati in due gruppi tutti gli scisti e tutti i calcari delle Carniche, erano prima rimasti confusi varî piani paleozoici, i quali sino ad un certo punto si poterono determinare anche soltanto col criterio stratigrafico.

Nel 1867 io raccoglieva alcuni fossili al Nassfeld ed in valle di Vogelbach, presso Pontafel, ed in seguito li disegnava e determinava genericamente; impossibilitato a compierne lo studio per mancanza di opere e di tempo. Negli anni seguenti, pur continuando le ricerche stratigrafiche, credetti di scorgere nella massa scistosa del versante meridionale delle Carniche una zona più recente del Carbonifero e mi sembrava di poterla riferire al Permiano, in conformità delle idee in allora generalizzate pel lavoro del sig. Suess sugli equivalenti del *Rothliegendes* nelle Alpi meridionali. Nè in tutto mi sono male apposto, per quanto tuttora si possa giudicare, come vedremo più avanti. L'idea però del sig. Suess di comprendere gli

[1] D. Stur, *Die geologischen Verhältnisse der Thaler der Drau, Isel, Möl und Gail, in der Ungebung von Lienz, ferner der Carnia in Venetianeschen Gebiete.* Jahrb. k. k. geol. R. A. Wien, 1856, pag. 405.

[2] T. Taramelli, *Stratigrafia della serie paleozoica nelle Alpi carniche.* Mem. r. Istituto veneto. Vol. XVIII. 1874.

scisti della valle di Gail nella assai male definita formazione degli *scisti di Casanna* era una associazione forzata ed erronea, ed a ragione si vide più tardi elevarsegli contro con stringentissima critica il sig. Stache, che la demolì dalle fondamenta, dimostrando la non esistenza di questa formazione nel senso che si volle dare ad un epiteto, che in origine era stato introdotto dal Theobald senza alcun valore cronologico nella stratigrafia alpina.

Nel 1870 comparve un piccolo scritto del sig. Tietze ([1]), diretto a precisare i rapporti tectonici presso Bleiberg, dove il sig. Suess aveva creduto di scorgere le prove più sicure della sua teoria, nonchè quelli della zona a fusuline nelle vicinanze di Pontebba e di Tarvis. Diede egli altresì importanti indicazioni di fossili del Siluriano superiore nella Caravanche. Quanto più da vicino ci interessa è la posizione della zona a fusuline, che allora io aveva osservato soltanto sul dosso a levante del passo di Nassfeld e che egli scoperse anche tra le rocce carbonifere di quella cresta e la massa calcareo-dolomitica, che si innalza a sud-est lungo il fiume Fella. Io mi permetto di esporre un sunto di quanto l'autore scrisse in proposito.

Al punto detto Loch, all'orlo del bacino della selvaggia valletta di Vogelbach, gli scisti inclinano a sud di circa 40°, ma altrove tutto all'ingiro la inclinazione rapidamente si cambia. È certo, secondo il sig. Tietze, che il calcare fortemente rialzato all'orlo settentrionale della montagna e che poi sopra a Watschnig più non riappare, rappresenti il più antico membro di tutto il sistema; ma io invece giudico questa massa un lembo della stessa formazione, che chiude a sud l'affioramento paleozoico, avendo a più riprese constatato che quivi le arenarie e gli scisti con vegetali carboniferi riposano sopra altri scisti argillo-talcosi quarziferi, come nel rimanente della catena, e non già sopra calcari. La zona degli scisti e delle arenarie si segue lungo una cresta, che decorre dall' Auernig (*Garnitzenberg* della C. top. militare) per Kronalpe sino a Zirkelalpe (Gotscha K.) con direzione sud-est. Presenta questa cresta una successione di conglomerati quarzosi, di argilloscisti e di un non molto potente strato di calcare nero, compatto, zeppo di fusuline; la quale serie si ripete almeno tre volte, secondo l'autore; in causa di scorrimenti e di fratture, avvenute secondo piani paralleli e normali a quello dell'inclinazione. Soltanto alla Zirkel Alpe, sopra lo strato a fusuline si eleva il calcare dolomitico chiaro, che forma la gola attraversata dal Vogelbach. È probabile, anche a mio avviso, che questo calcare riposi con discordanza sulla serie carbonifera. Senza precisare la località, soggiunge poi di aver trovato lo stesso calcare nero a fusuline nella valle pontebbana e credo che si tratti dell'affioramento presso Pezzeit, di cui dirò più sotto. Il miglior sito per studiare questo piano e per raccogliere oltre alle fusuline molti altri fossili carboniferi è però sempre il dosso appena a levante del passo di Nassfeld, cioè quello che io aveva scoperto nella mia prima gita nel 1867, rilevando questa serie medesima ed interpretando analogamente le relazioni tectoniche. Senza voler far questione di priorità, avendo io soltanto pubblicato un cenno soltanto di quelle osservazioni ([2]),

([1]) E. Tietze, *Beiträge zur Kenntniss der alteren Schichtengebild. Kärnthens.*

([2]) T. Taramelli, *Osservazioni stratigrafiche sulle valli del Fella e dell'Aupa.* Ann. scient. del r. Ist. tecnico di Udine. Vol. II, 1868, con tav. Osservo che nella tavola, per evidente errore, è scambiata la enumerazione dei piani 9 e 10 nella serie dei terreni.

sta il fatto che quivi meglio che altrove, anzi quivi soltanto in modo sicuro, veniva stabilita la superiorità di un calcare paleozoico alle serie arenaceo-scistosa del Carbonifero.

Nel 1872 il sig. Stache trovò altre quattro località con fusuline. Nell'anno seguente il sig. Gümbel, scoprendo nel calcare dolomitico del Gartnerkofel, a nord-ovest di Pontebba, la *Gyroporella multiserialis* del piano di Schlern, forniva una prova sicura della discordanza di sopraposizione di quella e probabilmente di altre masse calcari della catena carnica sopra la serie scistosa paleozoica. E si aggiunse che tra l'Osternig ed il monte Achomitz il signor Rotky di Tarvis trovò uno strato di arenarie assai ricco di *Naticella costata*, sicuro prolungamento di quelle affioranti appena sopra Pontebba e quivi ancora zeppe di miaciti.

Nel luglio del 1872 il signor Stache [1] scopriva una stretta zona di scisti neri con graptoliti alle falde occidentali del monte Osternig; era limitata a sud da un calcare grigio finamente venato, inclinato fortemente a sud, e verso nord da un altro calcare giallo e rosso bruno, terroso, alterato e poroso, con resti di crinoidi, che stava in evidente relazione cogli scisti verde-scuri o bluastri e colle arenarie circostanti. Ancora più a nord avvi altro calcare scuro a crinoidi, poi la potente massa di dolomie e calcari zonati bianco-rosei, che ricordano le rocce frapposte tra gli scisti cristallini di Gehnitzthal e la formazione carbonifera di Steinach, in Tirolo. A sud, sopra i calcari ed a contatto diretto cogli scisti a graptoliti, seguono con inclinazione a sud arenarie e scisti, allora giudicati carboniferi. Questa è certamente una delle più importanti scoperte fatte recentemente nelle Alpi; nè l'autore poteva trarne miglior partito di quanto ha fatto. Imperocchè nell'anno seguente pubblicava una dettagliata Memoria sull'argomento, con un primo studio bibliografico sul sistema paleozoico delle Alpi meridionali [2] e nel 1874 presentava in due riprese uno studio importantissimo sul sistema medesimo; con tale copia di erudizione e di critica, e con così giusti apprezzamenti, da potersi sicuramente affermare che da quello scritto incomincia per le formazioni paleozoiche alpine una fase di studî e di confronti realmente progressivi, essendovi una traccia di classificazione cronologica appoggiata ad un complesso di osservazioni così paleontologiche come stratigrafiche [3].

Dei graptoliti il dotto geologo determinava le specie seguenti:

Diplograpsus folium His. sp.
» *pristis* His.
Graptolithus (*Monograpsus*) *proteus* Barr.
» » *triangulatus* Hark. sp.
» » *millepeda* Mal. bay.
» » *Nilsoni* Barr.
Rastrites sp. sp.
Retiolites cf. *Geinitzianus* Bar.

(1) G. Stache, *Entdeckung von Graptoliten-Schiefern in den Sudalpen.* Verhandl. k. k. geol. R. A. II, p. 234.

(2) G. Stache, *Der Graptolitenschiefer am Osternig Berge in Kärnthen* etc. Jahrb. k. k. geol. R. A. 1873, 23 B. 2 Heft.

(3) G. Stache, *Die palaeozoischen Gebiete in Ostalpen.* Ibidem, 1874 24 B, II e III.

Le conclusioni tratte nel primo lavoro ponno riassumersi come segue:

Il concetto e la divisione degli strati di Gailthal, fondandosi sulla creduta semplicità dei rapporti tectonici, non corrispondono in alcun modo alle nostre cognizioni stratigrafiche su questa ed altre regioni alpine; anche il nome deve essere tolto dalla scienza, a scanso di equivoci e di errori. Da antiche osservazioni era già posta fuor di dubbio la discordanza tra il complesso delle rocce cristalline e gli scisti e grovacche a queste sovraposte, e tra questi e la zona del Permiano di Lienz. L'idea del signor Suess, sopra l'esistenza di una zona scistosa riferibile agli *scisti di Casanna* tra le grovacche e le formazioni triasiche, è dovuta ad erronea esagerazione di condizioni stratigrafiche, affatto locali e male interpretate. La massa principale dei monti di Gailthal risulta di strati, che appartengono a diverse formazioni paleozoiche e non soltanto del Carbonifero; questo avrebbe in realtà una potenza secondaria in confronto delle formazioni più antiche. Pei fossili nominati è constatata la presenza della divisione inferiore del Siluriano superiore, e la colleganza di questa divisione con piani ancora più alti e d'altro lato con un complesso probabilmente riferibile al Siluriano inferiore. La stratigrafia in tutto il decorso delle montagne della Gailthal è assai disturbata; si può però affermare sicuramente che nelle ripiegature assai strette e nei ventagli stanno dei membri di formazioni più recenti del precarbonifero. La formazione carbonifera ed il calcare brecciato a fusuline (del Permiano) compare non solo a sud ma anche a nord del principale affioramento siluriano, scorrente da mattina a sera. Siccome il piano Carbonifero superiore compare nei monti di Gail, non solo colla forma marina del calcare a fusuline ma anche con scisti a vegetali terrestri, così è sperabile di avere qualche indizio sulla posizione di parziali depositi di litantrace tra i livelli a fusulina e sulla posizione delle coste della terra emersa nel Carbonifero. Il più importante risultato, fornito dallo studio delle Alpi carniche combinato con quello delle Caravanche, consiste nella possibilità di un parallelismo tra la zona delle grovacche alpine, a nord ed a sud, e di una ulteriore decifrazione della serie, in base a studî comparativi dei varî piani col sistema delle grovacche tedesche; rimanendo per ora provata la grande analogia delle rocce siluriane carinziane colla principale zona a graptoliti della Franconia e della Sassonia.

Nel secondo lavoro, il signor Stache mantiene queste conclusioni e addiviene ad una classificazione dei terreni precarboniferi alpini, che io qui riporto quantunque non intenda applicarla in tutta la sua integrità alle aree paleozoiche del Veneto; non essendo in essa a sufficienza considerati alcuni terreni, che io ho osservati in questi ultimi anni e che l'autore non ebbe campo di quivi rilevare; terreni che io non mi sento abilitato a coordinare con uno piuttosto che con altro dei gruppi di formazioni distinti dall'egregio collega.

Superiormente alla massa dei gneiss centrali, con lenti granitiche seguono:

1° *Gneiss* e *filladi gneissiche; micascisti* e *scisti anfibolici.* Affiorano esclusivamente sul fondo ed alle falde nord del versante meridionale di Gailthal.

Solo uno strettissimo lembo si accompagna sulla sinistra del fiume da S. Hermagor a Vilasco.

2° *Gruppo delle filladi quarzifere.* Rocce semicristalline, ricche di quarzo con talco e grafite. Comprende gli scisti della Val Sugana e del Recoarese, quindi

il *talco scistoideo* (*lardaro* volg.) del Maraschini: nonchè la zona Agordo-Primiero. In questa però è assai grande la varietà di rocce.

3° *Gruppo delle filladi talcose* (così detto *mantello scistoso*). Secondo i signori Peters e Stur, questa zona nella Carinzia settentrionale comprenderebbe dei veri gneiss constratificati. Delle due divisioni di questa zona, la inferiore comprende delle *pietre verdi*, con scisti anfibolici, sericiti, talcoscisti. Caratteristico in questa zona è poi il marmo cipollino, accompagnato talora con gesso e dolomite. Essa manca nelle Carniche; mentre si sviluppa sulla sinistra della Möll e nelle Noriche, comprendendo le falde sud del Dreiherrenspitz e la massa del Grossglockner. Più ad occidente si sfuma nel gruppo seguente.

4° *Gruppo delle filladi e dei calcari.* È il più potente ed il più intralciato; specialmente se noi vi comprendiamo, come fa l'autore, tutte le rocce che si sviluppano nel versante meridionale delle Carniche sotto la zona delle grovacche e sopra le gneiss-filliti. Le rocce triasiche spesso vi si adagiano discordanti. Si può dividere in tre parti: l'*inferiore*, con dolomiti, calcari, calcoscisti micacei, quarziti gneissiche ed argilloscisti verdognoli, rossi, violetti, ricchi di quarzo. Alcune volte hanno apparenza di gneiss, con arcosi, con brecce e conglomerati quarzosi. Si sviluppano queste rocce nella Pusterthal. Il *medio*, esteso nella regione dei Tauern, della Zillerthal e del Brennero, con un'alternanza di argilloscisti grafitici e di calcari micacei, bruni o giallastri, raramente puri. Il *superiore*, con grovacche, ankeriti, arenarie e conglomerati quarzosi, del pari sviluppato nei Tauern.

5° *Gruppo delle più vecchie grovacche*, comprendenti il Siluriano, il Devoniano, ed il precarbonifero. È distinto in: *Siluriano inferiore*, cogli scisti violetti o grigi, arenacei, talcosi, con grovacche, assai sviluppato lungo il crinale delle Carniche con scisti spilitici, verdi e violetti; nonchè nelle Caravanche e nel bacino di Klagenfurt. *Siluriano medio*, con scisti neri quarzosi, arenarie quarzose, scisti violetti e colla zona suaccennata degli scisti a graptoliti delle Carniche orientali. *Siluriano superiore*, con calcari fossiliferi in più località delle Caravanche, distinte da una fauna passante alla devoniana. Il terreno Devoniano però, anche recentemente studiato da Stur e Tietze, sarebbe tuttora limitato al bacino di Gratz.

Il precarbonifero (Culm e Bergkalk) sarebbe pure secondo lo Stache esteso nelle Alpi meridionali, inferiormente alle arenarie e scisti del vero Carbonifero dei dintorni di Pontafel. Si appoggia al rinvenimento del *Condrites genellus* fatto dal sig. Stur al R. Tamai, sopra Paularo; località che ho indarno ripetutamente visitata. I fossili di monte Canale e del monte Plenge, di cui lo Stur avrebbe recentemente determinato il *Lexonema ignoratum* Trant. ed il *Cardium hibernicum* Sow., accennano ad un livello più recente. Un vero equivalente del calcare carbonifero inferiore manca nelle Alpi carniche.

I fossili, raccolti da Haidinger presso Bleiberg nelle Caravanche e studiati dal signor Köninck [1], appartengono al piano superiore del Bergkalk e si ripetono taluni nella valle del Vogelsbach e presso il Nassfeld di Pontafel; quali il *Productus scabriculus* Martin, l'*Orthotetes crenistria* Phillips, il *Bellerophon Urii* Flem; queste

[1] L. G. De Köninck, *Monographie des fossiles carbonifères de Bleiberg*. Bonn. 1873.

appunto sono le specie più recenti. È noto che le condizioni stratigrafiche di tali fossili di Bleiberg non furono facili a definirsi, essendo esse somministrate dagli scavi di gallerie per estrazione di minerali metalliferi; epperò ponno porgere poco lume sulla conoscenza dettagliata dei limiti tra il *Culm* ed il vero piano Carbonifero.

Secondo le idee esposte del sig. Stache, le formazioni precarbonifere del Veneto si ripartono in due serie. L'una comprende gli scisti, che rivestono le masse granitiche e sienitiche della Val Sugana e che poi si estendono nella zona Agordo-Primiero e nel Vicentino, e sono del gruppo delle quarzofilliti; l'altra appartenente per la massima parte al *gruppo delle filladi argillose con calcari* (*Kalkthonphyllit-Gruppe*) si estende nel Comelico e nel versante settentrionale delle Carniche. Verso il Tagliamento, secondo il signor Stache, essa zona sarebbe poi rimpiazzata dalla più recente delle vecchie grovacche.

Tale riferimento non mi persuade per varie ragioni, che verrò sviluppando nella rivista successiva dei lembi paleozoici del Veneto e che posso qui formulare come segue:

1° La zona degli scisti quarziferi, più o meno talcosi, comprendente le masse di calcari saccaroidi, quale compare alle falde settentrionali delle Carniche (prima colla massa principale da Rattendorf ad Arnodstein e più a ponente coi calcoscisti a sud di Mauthen e di Nostra) si continua al crinale della catena nei monti Sonnenstein, Peralba, Königswand e Palumbino, e non differisce essenzialmente da quella degli scisti con calcari saccaroidi, solcata dal Degano da Rigolato a Comeglians. Quindi noi dobbiamo estendere il gruppo del *Kalkthonphyllit* sino a Comeglians; passando per la vetta della catena in corrispondenza dell'alto Comelico; senza escludere quivi l'affioramento di quarzofilliti più antiche.

2° La più profonda differenza litologica esiste tra gli scisti che comprendono e specialmente tra quelli che sopportano le masse granitiche o sienitiche della Val Sugana e quelli che compajono tra le masse di calcare marmoreo dell'alto Comelico, della alta valle del Degano e delle falde settentrionali delle Alpi carniche, nella quale ultima regione il sig. Stache pure indica le quarzofilliti. Mi sembra perciò conveniente delle rocce scistose della Val Sugana e del Vicentino formare un gruppo speciale, che non è rappresentato nella valle di Gail, nemmeno in contatto coi gneissfilliti presso il *thalweg*.

3° Per una posizione abbastanza ampia della zona delle Carniche italiane, riferita dal sig. Stache al gruppo delle *aeltere Grauwackengesteine*, cioè per i monti Quaternè, Plumbs, Vetta Grassolina, di Terzo, Paularo, Nevis e falde del monte Germula, abbiamo spiliti, arenarie oolitiche, amigdaloidi, conglomerati porfirici ed anche porfidi quarzosi, rocce tutte del signor Stache non osservate, le quali si riferiscono molto più verosimilmente alla formazione del Permiano.

Epperò, senza intaccare il valore generale che può avere la serie proposta dall'egregio geologo austriaco, per la regione compresa nella mia Carta giudico più ammissibile una serie più semplice e di valore locale per le rocce anteriori al piano sicuramente Carbonifero; ritenendo poi con lui sicuramente provata la discordanza tra l'uno e l'altro di questi gruppi di formazioni. Siccome poi nelle formazioni del gruppo inferiore è prevalente una inclinazione a nord, a nord-est ed a nord-ovest,

così è probabilissima una successione di esse formazioni da settentrione a mezzogiorno; prescindendo dalle secondarie contorsioni, le quali saranno da studiarsi in avvenire. Questa serie più semplice, che io propongo, si compone come segue:

1° *Scisti argillo-talcosi, quarzosi, cloritici, fortemente mineralizzati*, a luoghi petroselciosi e passanti a quarziti; altra volta splendenti e molto fissili, come in val di Sella ed in Val Tesino; forse passanti a gneiss presso il *thalweg* del fiume Gail. È la zona di Agordo-Primiero, della Val Sugana e di Recoaro.

2° *Scisti micacei neri, verdi, violetti*, comprendenti e ricoprenti talune *masse di calcare saccaroide* nel versante settentrionale del Gail, lungo il crinale delle Alpi carniche a ponente di monte Volaja e lungo il Degano. Continua il carattere della mineralizzazione, specialmente al contatto tra calcari e scisti. Questa zona manca nella valle di Gail.

3° *Scisti liditici, quarzoscisti argillosi, puddinghe quarzose nere, a grana, minuta;* grovacche passanti ad arcosi micacee o cloritiche, calcari neri arenacei, scisti *a Graptoliti* di Lodino e del monte Osternig, scisti ed arenarie sottostanti alla zona delle arenarie e delle puddinghe a flora carbonifera di Pontafel. In questo gruppo più recente collocasi quindi il livello siluriano, l'unico orizzonte precarbonifero sicuramente fissato per una porzione della catena.

La principale differenza tra questa serie e quella generale del sig. Stache consiste nella associazione degli scisti a lenti di calcari saccaroidi della valle di Gail con quelli del crinale delle Carniche e della valle del Degano. Dal mio modo di vedere, per la porzione occidentale delle Carniche, il gruppo delle filladi a lenti di calcare risulta segnato in proporzioni più vaste, e viene nella catena ridotta d'assai la zona delle vecchie grovacche. Vedremo poi in seguito più precisamente quali porzioni vadano riferite al Permiano.

Esposte queste indispensabili generalità sulla formazione precarbonifera delle Alpi orientali ed in specie delle provincie venete, passiamo in rapida rivista i varî affioramenti di queste formazioni, da ponente a levante.

Affioramenti scistosi del Vicentino.

Il celebre Arduini, nelle sue *Lettere orittologiche* al Charpentier (1777, p. 26), accenna all'esistenza sulle valli dell'Agno e del Leogra di rocce primitive, da lui denominate *scisti micacei* e distinti in *scisto talcoso* ed in *scisto rupestre;* egli riconosceva la loro inferiorità a qualunque altra roccia, anche scistosa, che fosse alternata colle formazioni calcari. Il Maraschini [1] accenna alla frequente presenza in vene dei minerali metalliferi; distingue le varietà talcose di Val Calda, di Val degli Storti e presso Torre Belvicino dello scisto talco-cloritico presso i Facchini e della valle di Spoleck, e dalla varietà antracitosa di Passerico, presso Recoaro. Non gli sfugge l'importanza dei dicchi di *mimosite*, cioè di una roccia augitica compatta od amigdaloide, che attraversano in più sensi e talora a più riprese lo scisto, comprendendo frammenti di questo; come nelle valli dell'Ongaro, degli Storti e di Prak, alla Trebianca, a Lickerle, alla Caligarda ed al Molino di Sotto, presso alla strada

[1] Pietro Maraschini, *Saggio geologico sulle formazioni delle rocce del Vicentino.* Padova, 1824.

di val d'Agno. Il sig. Schauroth ([1]) nell'importante suo lavoro nella geologia dei dintorni di Recoaro, dà un brevissimo cenno degli affioramenti di rocce protozoiche del Vicentino, chiamandole *micascisti della formazione primitiva.* Vi distingue i calcoscisti dai cloritescisti. Come minerali accessorî vi nomina le piriti e l'antracite, indicando quest'ultima presso la fonte regia di Recoaro, alle Vallette sulla strada per le Fonte Franca e presso Peserico. Cita la magnetite ottaedrica presso i Facchini e sulla strada di Recoaro a Rovegliana. Fa menzione delle efflorescenze di solfato di magnesia, dovute a decomposizione delle piriti in roccia talcosa.

Più recentemente il Pirona ([2]) descrisse precisamente il perimetro d'affioramento di questa roccia, non soltanto nelle valli dell'Agno e del Leogra ma anche presso Posina. Anche nella Carta geologica del Vicentino, elaborata dal sig. cav. Beggiato Francesco ed esposta nel civico Museo di Vicenza, trovasi una giusta delimitazione di questi affioramenti.

Finalmente nel 1872 il sig. Gümbel pubblicava numerose analisi del sig. Schwager sulle filladi di Recoaro, negando quivi la presenza di antracite. Sarebbero rocce decisamente cristalloidi, a cui non convengono i nomi nè di micascisti nè di talcoscisti. Nella pasta cloritica sonvi copiosi aghi di orniblenda; i granuli di quarzo hanno noduli di cianite.

La frequenza dei solfuri nelle rocce protozoiche di questa regione, specialmente presso Recoaro, spiega la mineralizzazione delle acque che danno fama e prosperità al paese.

Per vicinanza topografica e per analogia litologica ponno venire associati con questi scisti del Vicentino quelli della Val Sugana, e gli uni e gli altri essere collocati nel gruppo delle filladi quarzose. Stanno anche le analogie di questa zona con quella del Collio, recentemente descritta dal sig. Gümbel ([3]) e specialmente cogli scisti al passo della Maniva, da questo geologo riferiti ai gneissfilliti; ma l'apparenza gneissica non venne giammai riscontrata, nè in provincia di Vicenza nè in Val Sugana.

Affioramento scistoso della Val Sugana, con rocce granitiche e sienitiche.

La massa di scisti cristallini della Val Sugana inclina prevalentemente a nord-ovest, con pendenza più sensibile nei tratti a mattina, ove anche si osserva una inclinazione a nord-est, verso il Cimon della Pala. Al monte Broi, sopra Novaledo, inclinano anche a sud ed al monte Tesobo, presso Roncegno, vanno a sud-ovest. La zona assai ristretta ma assai continua di scisti, che è in parte nascosta dalle frane e dalle morene alla base del versante meridionale della Val di Sella, presenta una prevalente inclinazione a nord, e quivi è esclusiva la varietà di scisti lucenti, talcosi, assai fissili; la stessa che si osserva prevalente nel Vicentino e sotto alla massa granitica nella stretta zona sopra Strigno e Blenno.

([1]) K. Schauroth, *Uebersicht der geognostichen Verhältnissen der Gegend von Recoaro in Vicentinischen.* Sitz. Ber. k Akadem. d. Wiss. Wien, 1855 B. XVIII p. 481.

([2]) G. A. Pirona, *Costituzione geologica di Recoaro e suoi dintorni.* Atti r. Istit. veneto di s. l. ed arti, 1862.

([3]) G. W. Gümbel, *Mittheilungen aus der Alpen bei geognosticher Streifzug durch die Bergamasker Alpen,* 1880, Sitz Ber. k. Ak. in München, 7 febr. 42 pag. 144.

Il contorno della massa granitica del Cima d'Asta è delineato nella Carta del sig. Mojsisovics e si scorge come essa non venga in alcun punto a contatto col porfido quarzoso, e come invii a levante due lingue appuntite, sopra e sotto Cauria; più allungata la meridionale, che si perde nella valle di S. Romina. La roccia prevalente è un granito con albite ed oligoclasio, senza alcun passaggio a gneiss. Raramente contiene orniblenda. Ignoro i rapporti di questo granito cogli scisti granatiferi, che furono dal Rath osservati al passo di Croce e che sono frequenti nel versante sud della montagna, che io non ho potuto ancora salire. Il sig. Mojsisovics riconosce la difficoltà grandissima di determinare i rapporti tectonici di questa massa granitica, insinuata negli scisti, e dichiara insufficenti i dati sino ad ora posseduti. I miei dubbî non sono certamente minori; anzi vorrei che fosse studiata anche la massa scistosa, onde osservare se si può scorgere qualche differenza tra la zona che sta a nord-ovest e quella che sembra sostenere a sud-est la massa granitica. Il sig. geologo austriaco ritiene come più semplice e più naturale l'idea di considerare questa massa granitica come *un grande filone eruttivo*; non parlando dell'altro modo di vedere, che a me sembra ancor più semplice e più naturale, che cioè questa massa rappresentasse una grossa lente o colata compresa nello scisto, parallelamente alla prevalente direzione di questo. Adduce egli a sostegno della sua ipotesi la presenza di altri dicchi di rocce eruttive in vicinanza, e specialmente della massa di sienite del monte Tesobo, sopra Roncegno. Osserverò: 1° che questa roccia quivi non si presenta punto come un dicco, ma come una elissoide, coinvolta dagli scisti quarzoso-micacei, presso al contatto colla sienite petroselciosi ed anfibolici; 2° che i filoni di porfidi o di felsiti sono in relazione col porfido acido della catena del Lagorai e non hanno alcun rapporto col granito; 3° che quel filone di roccia anfibolica, dal sig. Mojsisovics incontrato tra S. Bovo e Primiero e da lui medesimo detto a *forma di strato*, può essere un indizio dell'epoca antichissima degli scisti sottostanti alla massa granitica e non accenna sicuramente ad una iniezione di massa lavica.

Il sig. Mojsisovics si appoggia eziandio all'abbondanza dei giacimenti metalliferi in questa regione; ma il non lontano, colossale giacimento di Agordo ci attesta come questa mineralizzazione degli scisti sia indipendente dalla iniezione di rocce cristalline. Perciò io non divido questa ipotesi e preferisco quel modo di vedere che l'illustre geologo non ha accennato, forse meco riconoscendolo involto nei più intricati problemi del metamorfismo profondo. Io pure non oso nemmeno chiamar questa una colata di roccia eruttiva, piuttosto che un amigdala prodotta dal metamorfismo, oppure un deposito di antichi mari in condizioni ben diverse da quelle dei mari attuali.

Posto il principio che si tratti di un dicco di roccia emersoria, il sig. Mojsisovics si pone la dimanda dell'epoca di sua injezione e suppone che questa massa granitica rappresenti il centro vulcanico, dal quale si espansero le colate dei non lontani porfidi quarziferi. Tale ipotesi sembrerebbe doversi estendere anche ai graniti di Bressanone, di Merano e dell' Adamello. Il non accettarla da parte mia non solo è la conseguenza del non riconoscere la natura di un dicco eruttivo nella massa in discorso, ma dipende anche dal non vedere i rapporti litologici, che ponno stringere questo granito coi detti porfidi quarzosi. Confesso che l'idea sarebbe stata più seducente se manifestata a proposito del granito di Baveno rispetto ai porfidi luganesi; poichè quel

granito rassomiglia a talune varietà di porfidi di Val Ganna. Le osservazioni istituite sino ad ora hanno però concordemente affermata la inferiorità del granito rispetto ai micascisti talcosi che lo circondano ([1]).

Ricordò ad ogni modo l'ipotesi ardita del dotto geologo mentre faccio proposito di occuparmi, appena lo possa, dell'argomento importantissimo.

Zona scistosa di Primiero e di Agordo.

La frattura della Val Sugana porta l'affioramento degli scisti in una sottile zona sino presso la Valle di Agordo, e questa comprende il monte Armarole (met. 1522∸) avente il solito profilo grandioso ed arrotondato che distingue le masse scistose protozoiche. All'origine della valle del Mis gli scisti si trovano compresi e coinvolti dalle rocce cinabrifere di Vallalta, le quali sono arenarie porfiroidi, passanti a scisti talcosi o ad arenarie talco-quarzose. Vi è anche un conglomerato quarzoso, a cemento talcoso passante alle più comuni arenarie del piano di Grödner. Il cinabro non soltanto è sparso in filonelli in tutte queste rocce, ma impregna talora anche gli scisti grafitici, che sembrano compresi nella stessa serie. Stando il fatto che ciottoli di porfido quarzoso entrano a far parte del conglomerato cinabrifero, ritengo questo assai contorto complesso di rocce come spettante al Permiano. Accenno quindi di passaggio alla importante associazione e compenetrazione che si osserva del cinabro col gesso in grossi e trasparenti cristalli, la quale associazione può essere un buon argomento per i sostenitori dell'origine idrotermale dei giacimenti cinabriferi. Il colossale ammasso di pirite scarsamente cuprifera di Valle Imperina, presso Agordo, è invece sicuramente circondato da rocce scistose precarbonifere. Sonvi al contatto col giacimento minerario dei talcoscisti biancastri, che ne formano quasi la camicia tutto all'ingiro; a nord, verso il detto monte Armerole sono prevalenti degli scisti argillosi neri con frequenti cristallini piritici e con un fitto reticulato di venule quarzose; a nord-ovest, verso Digoman, ho osservato una spilite anfibolica, più o meno disseminata con quarzo in noduli, alternata con quei cloritoscisti verdi, assai contorti ed estremamente ricchi di vene quarzose, che formano il tipo più comune lungo la vetta delle Carniche sotto o tra le masse di calcare saccaroide. Il dare un nome a questo giacimento di Agordo e più ancora il fissarne l'origine, avuto riguardo alle sue colossali dimensioni, alla mancanza di ogni rapporto con rocce cristalline, all'isolamento nella massa scistosa, senza filoni secondarî, è uno dei problemi più difficili della geologia applicata; essendochè il chiamarlo un ammasso di concentrazione, un grosso arnione, fortemente compresso e in più sensi ed a più riprese infranto per un meraviglioso sistema di scorrimenti che però non tolgono l'unità della massa nella sua salbanda di talcoscisto, non è certamente quanto basta per la sua storia. È tuttavia, per quanto io sappia, quanto si può dire di quasi tutti i giacimenti consimili, in cui non è grande la varietà dei minerali e non si ponno rilevare tutti quei minuti dettagli di zonatura, di intersecazioni, di relazioni cronologiche, i quali soltanto permettono di stabilire l'epoca ed il modo di origine di un giacimento minerario.

([1]) Spreafico E. *Osservazioni geologiche sui dintorni di lago d'Orta e nella V. Sesia*; Memoria postuma. Atti Soc. ital. di s. nat. Milano, 1880. — C. F. Parona, *Appunti geologici sul Bacino del lago d'Orta*. Soc. Arch. Novarese, 1880.

Negli scisti argillosi, grafitici, che prevalgono tra le miniere di Valle Imperina e Gosaldo, non si rinvenne la minima traccia di fossili. Così manca in tutta questa striscia un affioramento di calcare o di calcoscisto. I quali caratteri, sebbene negativi, hanno sufficente valore per escludere che questa zona scistosa si riferisca ad un periodo più recente del Siluriano; mentre la prevalenza degli scisti argillo-quarzosi sugli scisti talcosi, la comparsa di spiliti e l'assoluta mancanza di amigdale di rocce cristalline dimostrano che il tenere queste rocce riunite al gruppo delle filladi quarzifere di Val Sugana e di Recoaro non rappresenta altro che lo stato incompleto delle nostre cognizioni in proposito.

Scisti e calcari precarboniferi del Comelico.

Il sig. Loretz (¹) nella sua importante Memoria sulla geologia del Tirolo e del Cadore non aggiunge molte indicazioni a quelle somministrate dallo Stur (²) nell'accennato studio complessivo. Ma non pare molto persuaso dei riferimenti da questo proposti e mantenuti nella Carta del sig. Hauer; poichè dichiara essere indefinibile l'epoca così degli scisti come del calcare saccaroide o marmoreo, che forma la Peralba, il P. Bianco, il Palumbino, il Rossekofel ed il Königswand. Invero l'opinione dello Stur sull'epoca carbonifera di questi scisti e nemmeno il dato della posizione di questi sotto i calcari, gli uni e gli altri quasi orizzontali, come appare dallo spaccato XIII, ponno mettersi in campo come argomenti di sicuro o nemmeno probabile riferimento: stantechè i fatti sono contrarî, essendo invece gli scisti presso la Peralba quasi verticali, ed a ponente di quel punto, inclinati più o meno fortemente a nord-est. Pare fosse dello stesso parere anche il sig. Stache, il quale abbraccia questa regione nel gruppo della *Kalkthonphillit,* molto al di sotto del Siluriano.

In appoggio della antichità di questa serie io credetti che si potesse addurre anche la presenza di una massa abbastanza considerevole di rocce anfiboliche, da me riscontrata alcuni anni or sono. Essa costituisce completamente la porzione terminale del Col Quaternè (met. 2447), il quale è molto singolare pel suo profilo più risentito in confronto coi prossimi monti Silvella e Cima Frugoni, costituiti di scisti argillo-quarzosi. Prevale un' iperite a grana minuta, che contiene talvolta dei piccoli cristallini feldispatici. È però abbastanza comune un' arcose cloritica, ricca di quarzo in granuli. Gli scisti circostanti sono di colore verdiccio e violetto; più che altrove quarzosi, e nel versante nord-est del monte con qualche tenue filoncello di minerali di rame. La massa della vetta è assai basaltizzata e franosa, quindi è molto difficile e per me fu impossibile il rilevare se si trattava di un dicco oppure di una colata. Fatto sta che appena a levante questa massa scompare e solo presso la casera di Silvella si scorgono degli scisti spilitici, che la ricordano e che quivi si alternano con un conglomerato brecciforme ad elementi di rocce verdi, però amorfe e non identiche a quelle del Col Quaternè. È questa un'apparenza assai analoga a quella dei *gabbri* apenninici; tranne che quivi manca assolutamente il calcare, che in questi di

(¹) H. Loretz, *Das Tirol-Venetianische Grenz-Gebiet der Gegend von Ampezzo.* Zeitschr. d. deut. geol. Gesellsch. 1874, p. 80-81.

(²) Stur, Memoria citata, Jahrbuch k. k. geol. R. A., 1856.

frequente si aggiunge come elemento dei conglomerati, oppure serve come cemento. Però ulteriori osservazioni e considerazioni mi hanno persuaso che questi porfidi amfibolici colle rocce iperitiche e feldispatiche si connettono strettamente alle serie permiana; perciò nella Carta geologica della provincia di Belluno, recentemente ultimata, io distaccai questa formazione del Col Quaternè dalla serie precarbonifera, riferendola invece alle arenarie verdi, amigdaloidi ed ai porfidi anfibolici, verde-scuri, che accompagnano il porfido quarzoso nelle valli di S. Pellegrino e di Valles, all'origine del torrente Biois.

Rimango invece nell'opinione che siano precarbonifere quelle altre rocce, analoghe ma non identiche a queste, che si osservano cogli scisti e coi calcari subsaccaroidi presso Comeglians e Rigolato, nella valle del Degano, in vicinanza ad un noto giacimente di rame grigio simile a quello che fu per alcuni anni coltivato al monte Avanza, all'origine della valle medesima.

Le masse calcari sono più ad oriente, e queste vengono al contatto degli scisti senza alcun passaggio per calcoscisti, come si osserva per i contatti analoghi nelle rocce più recenti. Soltanto nelle falde meridionali della Peralba, al passo della valle di Sesis alle primi origini del Degano, nella valletta a nord del monte Avanza, rimarcai dei calcoscisti rossi, saccaroidi, analoghi a quelli che si osservano nella massa calcare di questo monte verso la chiusa del Degano. In questi calcoscisti rinvenni dei filoncelli di cinabro e mi si è assicurato che molti anni or sono si è tentata la coltivazione di un giacimento cinabrifero a breve distanza; cioè alle origini della valle dell'Oregione, che mette in Visdende. Alcune varietà di questi calcari si prestano ad una bella pulitura, specialmente quelli del monte Palumbino. Esaminati in lamine sottili dal sig. Loretz, non gli presentarono alcuna traccia di organismi. Queste masse calcari sporgono dagli scisti senza alcuna apparenza di stratificazione, e quella della Peralba (met. 2690) si direbbe verticale, come le prossime poco considerevoli che si allineano al limite nord-est di Valle Visdende tra il monte Catena e la Pietra Bianca; lo spartiacque tra questa meravigliosa valle e l'alta Gailthal è scistoso, con vette poco meno elevate della Peralba, come il monte Antola (met. 2631) ed il Val Comune. Il passo di Tilliach è sculto negli scisti rasente alla massa di calcare saccaroide del Rossekorn ed è alto 2093 metri sul livello marino.

Il contatto della massa scistosa colle rocce del Permiano avviene sempre con discordanza, come ho verificato in più siti e specialmente lungo tutta la cresta dei monte Spina e Col Rossone, ed alle falde meridionali del detto Col Quaternè. Ho potuto altresì verificare il contorno della formazione, meno precisamente indicato dai signori Loretz ed Hörnes anche per essere sui limiti dei rispettivi rilievi. Verificai altresì la reale alternanza di scisti talcosi neri o rossigni coi più profondi banchi del conglomerato quarzoso di Grödner; e ciò nelle vicinanze di Padola e di Candido come presso al Piano di Sire, dalla Val Frisone in valle di Piova. Ma divido perfettamente l'opinione del primo degli accennati geologi, sull'origine per rimpasto di questi scisti coi materiali più minuti delle rocce preesistenti; mentre gli elementi dei conglomerati erano dati dal quarzo delle vene negli scisti e dal calcare a Fusulina, permiano e carbonifero, esportato da quei dintorni, nonchè dai porfidi quarzosi. Delle colate di tali porfidi rimangono a vestigia i due lembi di Danta e di Sexten.

Questa interstratificazione degli scisti non toglie la discordanza tra il protozoico ed il Permiano in questa e nelle altre regioni delle Alpi orientali. Analoga discordanza ho verificato nell'appoggiarsi degli *Scisti di Carona* sugli scisti gneissici in Val Brembana. Troveremo più avanti delle prove anche più manifeste di questa discordanza, specialmente quando vedremo i lembi di questo conglomerato riposare con discordanza sul calcare paleozoico, probabilmente carbonifero del passo di Lanza, all'origine del Chiarsò in Carnia.

Formazioni precarbonifere della Carnia e dell'alta valle del Fella.

Rimontando la valle del Degano sopra Comeglians, sino alle sue prime origini al giogo Veranis (met. 2292) ed in val di Sissanis, il geologo può formarsi un'idea della varietà litologica e della complicazione delle curve stratigrafiche, da cui è tormentata questa formazione delle filladi argillo-quarzose, alternate con masse calcari. Si incomincia nel paese stesso di Comeglians a trovare presso il torrente un'alta diga di calcare marmoreo, grigio, limitata a settentrione dal confluente Margo ed a sud da morene ed alluvioni. Di fronte, sulla destra del Degano, sta la rupe di S. Giorgio, pur essa di analogo calcare, ma che però non formava una sola massa con quello della diga; il corso d'acqua essendo passato per un interstrato di scisti, che si vedono rivestire a sud la rupe di S. Giorgio. Al contatto tra gli scisti ed il calcare esiste un filoncello di *panabase*, di cui si è inutilmente tentata la coltivazione; ne sono evidentissime le vestigia di affioramento sulla superficie delle rocce calcari. Fatti pochi passi verso nord, si trova a Runchia, tra gli scisti che sono ricomparsi e dei calcoscisti che continuano interpolatamente sin sotto Vallions di Calgaretto, una *diabase* iperstenica, con varia struttura, passante ad *iperite* bene cristallizzata. L'accompagnano rocce spilitiche analoghe a quelle di Col Quaternè e di Digonan presso Agordo. La roccia non alterata è verde; ma lo sfacelo è rosso violaceo. Gli scisti neri, argillo-quarzosi sono sempre alternati colle spiliti. Le rocce *ipersteniche* sembrano piuttosto in colata che in dicchi; non attraversano i calcari nè i calcoscisti. Questi ripigliano nuovamente presso Rigolato ed una massa di calcari, apparentemente orizzontale, passa da nord a sud sotto la Pieve della borgata. A Magnanins invece, sotto al calcare stanno nel loro massimo sviluppo le pietre verdi. L'andamento generale della stratificazione è con direzione nord-est ed inclinazione nord-ovest. Pare che una faglia con sprofondamento e scomparsa della zona dei calcari saccaroidi siasi avverata quivi presso, parallelamente alla accennata direzione che non è quella della valle. Infatti nella montagna di Nevis, Plumbs, Vallions e Crostis non si trovano masse di calcari, ma scisti neri e violetti, più o meno quarziferi. I calcari si continuano in tenue zona sopra Tualis e si ritrovano ancora due volte lungo la via per Forni Avoltri, il qual paese poi è circondato da un lembo di Dias e di Trias. La Carta mostra l'andamento di questa formazione e dell'interposto Permiano, e la indipendenza di entrambi dalla serie calcareo-scistosa. Rimontando sempre il Degano si abbandonano le rocce triasiche poco prima della foce del rio Avanza; il dosso tra questo e rio Avoltruzzo è formato dalle arenarie e dalle puddinghe del Permiano, che si estendono sino al passo di Sesis. A Pierabek, dove era il principale dei fabbricati eretti per la coltivazione disgraziata della miniera di monte Avanza, affiora lo scisto. Esso striscia

con vario sviluppo tra le accennate arenarie rosse ed il calcare marmoreo, che in posizione verticale costituisce i monti Avanza e Cadenis e la costa tra Val Bordaglia e Val Sissanis. Questa massa è solcata dal torrente Degano in mirabile chiusa, cogli orli arrotondati dal passaggio di un antico ghiacciaio.

La catena dal giogo Veranis al passo di Volaia è totalmente scistosa, con rocce cloritico-quarzose, con scisti neri e violetti, con arenarie compattissime, ma senza rocce iperitiche od anfiboliche. I calcari subsaccaroidi, con tenui interstrati di scisti, ricompaiono nello spartiacque tra i due passi di Volaia, apparentemente continuantisi con quello dei monti Canale, Judenkofel, Coglians e Pizzo Collina. Osservo però che mentre la massa di calcare del monte Volaia, almeno presso al passo, manifesta quella mancanza di stratificazione e quella assenza di fossili che sino ad ora si è rimarcata assoluta anche nelle masse del Palumbino, del Pietra Bianca e della Peralba, invece la catena più orientale sino al passo di Plecken mostra una distinta stratificazione, con una costante inclinazione assai risentita verso sud-est e presenta fossili in più località. Quelli che di tali fossili furono determinati spettano, come si è detto, al Carbonifero superiore. La massa dei calcari non fossiliferi, non stratificati e compresi negli scisti, io la considero assai più antica, in condizioni tectoniche diverse da quelle del calcare carbonifero dello spartiacque della Gailthal.

La massa degli scisti argillo-quarzosi ricompare nei monti Pertiche, Gola, Crostis, Naval e Torond, formando i migliori pascoli della Carnia, e più sotto la solcano valloni profondissimi con selve impraticabili. I calcari più non ricompaiono in tutto l'alto bacino del torrente But; tranne che presso allo spartiacque. Sulla massa degli scisti si adagiano le rocce permiane, di cui vedremo più sotto. Nel versante occidentale del monte Paularo, al passo del Primosio per Gailthal (met. 1835) e più a nord presso l'alpe di Kernitzen, ed al di qua del torrente But presso Cleulis, sotto Trocheis e sotto Lavareit, si ripetono delle spiliti, delle arcosi e dei porfidi anfibolici con minuti cristallini oligoclasici. Di fronte all'Olte-Got il Timau, osservai una frana colossale di una spilite verde, subdiafana sugli spigoli, che potrebbe essere in relazione colle accennate rocce amfiboliche della valle del Degano. Le grovacche accennate dal De-Buch, con cristallini di pirite, sono sotto alla rupe arrotondata di Castions, a nord di Paluzza e si ripetono al prossimo monte Paularo. In questa regione però sono prevalenti gli scisti argillosi neri, con interstrati arenacei e talora di puddinghe quarzose nere a grana minuta; mancano gli scisti verdi, ricchi di quarzo, che si trovano tra i calcari saccaroidi dell'alto Comelico e della valle del Degano.

Senza che si possa stabilire nettamente il confine tra la zona delle filladi argillose a lenti calcari colle filladi della vecchia grovacca, riferibili con probabilità al Siluriano, è però un fatto che movendo da ponente a levante attraverso la Carnia si passa dall'una all'altra zona per rapporti tectonici che al presente sono ancora confusi e per molto tempo ancora rimarranno tali; attesa la complicazione delle curve e la difficoltà dell' osservazione ove sono frane come quelle del Moscardo , foreste, pascoli, sentieri faticosi e dirupi impraticabili. Però, tenendo calcolo delle reali differenze che pur si avvertono nella massa scistosa, possiamo riconoscere attorno agli affioramenti di calcare fossilifero di cui vedremo più avanti la esistenza di una zona a prevalenza di scisti neri con liditi, con arenarie scure, con puddinghe quarzose

nere, la quale corrisponde per tali caratteri alle rocce comprese dal sig. Stache nel gruppo delle vecchie grovacche. Se questa massa realmente ricopre i calcari saccaroidi della zona precedentemente esaminata nel Comelico e nel Degano, il confine approssimativo si può segnare con linea tortuosa che decorra da Collina a Ravascletto.

Nella valle dell' Incarojo lo stabilire le condizioni stratigrafiche delle formazioni paleozoiche è anche più difficile, stante la estensione delle foreste. Lo spartiacque dalla Gailthal è costituito da monti abbastanza accessibili, prevalentemente scistosi ma con isolate masse calcari. Queste sono di calcare più o meno scistoso e rossigno presso al contatto cogli scisti; di roccia grigia, compatta, talora subsaccaroide nella massa principale. Lo Scarniss, il dosso sopra di Pecol di Chiaula, l' Hohertrieb ed il dosso di Lodinut si allineano da ponente a levante ed in quest' ultimo osservai in posto degli strati assolutamente formati di foraminifere e di coralli, e tra questi evvi la *Favosites parassitica* Phill. del Carbonifero. Sotto Lodino ho recentemente riscontrati gli scisti con graptoliti, passanti per gradi alle rocce del carbonifero stesso senza alcun intermezzo di rocce calcari. Quivi presso poi sta l'Oharnach, località fossilifera dello stesso piano, scoperta dal sig. Stur; più a levante si allineano gli altri giacimenti carboniferi, di cui discorreremo più sotto. Più a sud-est si trova la massa calcare del Germula, soprastante agli scisti a vegetali del R. Tamai. Dal complesso di questi indizî parmi di essere abilitato (anche dietro l'opinione espressa nella Carta d'insieme del sig. Stache ed in base al rinvenimento dei graptoliti sotto Lodino) a considerare la zona scistosa dell' alto Incarojo come spettante al gruppo delle grovacche, con esteso sviluppo delle rocce più recenti, del precarbonifero e del Carbonifero. Dell' ampio sviluppo del Permiano in questa valle dirò a suo luogo

Portandoci ora più a levante, alle origini della Pontebbana, nella valle del Bombach, scendente dal Nassfeld ed in quella del Vogelbach, la formazione degli scisti neri inferiori alle puddinghe ed arenarie del Carbonifero continua in stretta zona, con quelle stesse rocce che si associano ai calcari più o meno fossiliferi nelle alte valli del But e del Chiarsò. Gli scisti a graptoliti riaffiorano alle falde meridionali del monte Osternig, appena più a levante; come abbiamo veduto, sono compresi tra gli scisti neri o violetti ed un calcare venato ocraceo. Rocce somiglianti, ma senza fossili, si ripetono anche sul versante nord della detta montagna, alle cui falde però, sopra Vorderberg e Nampolach, evvi la zona delle filladi, con vaste masse di calcari saccaroidi, che io considero coeve a quelle del Comelico e del Canale del Degano.

Da quanto ho detto risulta che nella Carnia avvi realmente il massimo sviluppo delle formazioni scistose inferiori al Carbonifero, mancandone però le più antiche, nelle quali è più evidente l'effetto di un subìto metamorfismo della massa scistosa. Nella zona delle filladi ad interstrati di calcare saccaroide compajono rocce diabasiche, con filoni di minerali cupriferi; più sopra sonvi argilloscisti quarzosi e scisti violetti o neri; questi ultimi con graptoliti. I calcari, che stanno sopra a questi scisti e sotto le rocce con fossili carboniferi, pur conservando le reliquie degli organismi che ad essi diedero origine, hanno una struttura marmorea, sono talora scistosi, inferiormente rossigni, superiormente grigio-chiari. Se i confini tra le dette formazioni non sono sicuramente fissati, però le aree di sviluppo di queste varie rocce sono abbastanza conosciute. È sperabile che ulteriori ricerche, nella porzione mediana delle

Carniche, possano svelare il proseguimento delle rocce a graptoliti; per tali ricerche indicherei specialmente i monti circostanti a Timau.

CAPITOLO IV.

Della formazione carbonifera nelle Alpi carniche.

Quanto abbiamo detto nel precedente capitolo serve a dimostrare che il terreno carbonifero del Veneto è esclusivo alle Alpi carniche, anzi alla porzione centrale delle medesime, nel tratto tra il passo di Volaja e le falde occidentali del monte Osternig. Nel rimanente delle aree paleozoiche si hanno terreni più antichi. Quantunque le località fossilifere sieno quasi tutte fuori del confine politico ed anche etnografico del Regno, non ometto un rapido sunto delle osservazioni mie e dei sullodati geologi austriaci. I materiali che possedeva erano però insufficienti per una Monografia che fosse all'altezza dell'argomento; tanto più che la maggior parte dei fossili provengono dalle alluvioni della valletta del Vogelbach e non si prestano per un lavoro di dettaglio stratigrafico, quale occorrerebbe perchè vi sia ragione di compierlo dopo la pubblicazione della Monografia del sig. Koninck sui fossili di Bleiberg e dei pregevoli scritti del signor Stache. Interessantissima per tale studio è la comoda gita da Pontebba al Nassfeld, nella quale si può far conoscenza completa e dettagliata di tutta la zona superiore agli scisti neri argillo-quarzosi, sino ai più probabili equivalenti del Permiano.

Lasciate presso Pontafel le arenarie di Werfen, coi noti fossili distorti e svisati ma pur sempre distinguibili, si trovano tosto dei calcari dolomitici a strati irregolari apparentemente soprastanti alle dette arenarie. In realtà sono arrovesciati, queste non presentandosi più a monte. È per tale ragione che sino dalla prima mia visita alle località io riferii dubbiosamente quel piano calcare al Permiano e più tardi lo associai alla formazione gessifera inferiore, che ora rientra appunto in questo periodo [1]. La valle quindi è ingombra per piccolo tratto da morena; più in alto si converte in una bella chiusa in corrispondenza della massa calcare del Malurehkofel, del Kotscha e del Brizia, di cui le rupi marmoree sono mirabilmente levigate dall'erosione glaciale. Sono calcari compatti, a luoghi con crinoidi e con coralli ed è facile che da essi provengano i blocchi di calcare a fusuline, ritenute permiane dal sig. Stache. Oltrepassata la chiusa, la valle rapidamente si allarga in ampio bacino, che nella parte settentrionale comunica colla valle di Tropelach per la sella del Nassfeld (met. 1564), a ponente è chiuso dalle masse calcari del Tropelacherkofel, del Trohkofel e dal Meluzenkofel ed a levante presenta la accennata cresta dal Nassfeld al Kotscha, con un dosso soprastante alla casera di Ofen-Alpe, detto il *Krone*. Abbiamo già veduto colla scorta del sig. Tietze delle varie faglie, che causano lungo questa cresta la ripetizione di una serie abbastanza semplice, che

[1] T. Taramelli, *Escursioni geologiche fatte nell'anno* 1871. Ann. scient. del r. Ist. tecnico di Udine. Vol. V, 1872, pag. 116-117.

va dagli scisti antraciferi inferiori, con banchi di puddinghe, al calcare arenaceo a fusuline. Esso quindi chiude la serie stessa e venne riferito dal sig. Stache al Permiano. Quivi però raccolsi delle fusuline, le quali furono riconosciute come spettanti alla *F. cylindrica* dal sig. Koninck, ed abbondantissimi *Conocardium* dallo stesso illustre palaentologo giudicati di specie nuova. La sezione del dosso di Krone è interessantissima, inquantochè essa presenta due livelli antraciferi ed ancora più in alto un terzo piano con *Cyateites oreopteroidês,* dal quale ebbi i più conservati esemplari della *Pecopteris polimorpha.* Verso al dosso soprastante al passo del Nassfeld, tra i più profondi strati delle arenarie a fusuline, raccolsi in scisti arenacei numerosi esemplari di *Productus scabriculus* Sow. e *P. Cora.* Verso l'estremità della cresta, alle falde del Kotscha, raccolsi in posto due specie di ortoceratiti: l'una giudicata di specie nuova, l'altra riferibile all'*O. calamus* Konk. I frammenti di trilobiti furono raccolti da me *in posto* poco sopra la biforcazione del sentiero che sale al passo per la valle di Vogelbach, nei calcoscisti più bassi. Dalle alluvioni di questo ultimo torrente ne ebbi poi altri esemplari in scisto argilloso, analogo a quello che prevale nella porzione inferiore della sezione di Krone. Questo scisto è il più ricco di fossili e mi fornì la massima parte delle specie che ora figurano nella collezione dell'Istituto tecnico di Udine ; specialmente brachiopodi e bivalvi. I gasteropodi sono più sopra; i crinoidi e i polipi isolati si trovano non molto frequenti a vario livello. Dei conglomerati quarzosi, anche gli strati più bassi hanno impronte di tronchi; gli elementi della roccia sono verso la base di prevalenza amfibolici e più sopra di quarzite, sempre con cemento talcoso. Di porfido felsitico non vidi traccia tra i ciottoli del conglomerato, che è diffuso in tutto il bacino del Fella come roccia erratica e viene assai utilmente impiegato come pietra da macina.

Il signor Unger [1] studiò le piante carbonifere dei dintorni di Pontebba e venne ai seguenti risultati:

La flora carbonifera carnica, di 19 specie ne presenta 8 comuni a tutte le località ad antracite delle Alpi, e sono: *Calamites Suckowi* Brogt., *Cal. Cistii* Brogt., *Annularia sphaenophylloides* Ung., *Ann. longifolia* Brogt, *Pecopteris arborescens* Brogt. *Pec. polymorpha* Brogt., *Pec. Miltoni* Brogt., *Neuropteris flexuosa* Brogt. Significante è la mancanza delle Stigmarie e la presenza, in luogo delle Sigillarie, dell'affine genere *Semapteris*, fondato dall'autore per i tronchi privi di solchi longitudinali. Le specie nuove sono: *Semapteris carinthiaca* Unger, *Sem. tesselata* Ung. Il deposito è del Carbonifero superiore.

Quanto alla fauna, il signor Stache ha determinato molte specie, che mancano alla mia raccolta; ma per compenso non ne accenna parecchie, da me possedute e che nella seguente nota segno con asterisco. Una tale nota può riguardarsi come un primo schema di uno studio, che avrei fatto se non avessi dubitato che dell'argomento, con materiale più abbondante del mio, tuttora si occupasse qualche geologo viennese.

[1] Dr. T. Unger, *Antracit-Lager in Kärnthen.* Lit. Ber. k. k. Ak. d. Wiss. in Wien. 1869. Bd. 1, con 3 tavole.

Phillipsia Jonesi Portl.
» sp.
**Serpularia serpula* de Kon.
Nautilus subsulcatus Phill.
Orthoceras Martinianum de Kon.
* » *calamus* de Kon.
* » *Gesneri* Mart.
» cf. *Morisianum* de Kon.
Murchisonia cf. *abbreviata* de Kon.
» *angulata* de Kon.
Solarium pugile Sow.
Eulima Phyllipsiana de Kon.
Pleurotomaria canaliculata M. Coy.
» *fragilis* de Kon.
* » cf. *Münsteriana* de Kon.
* » cf. *concentrica* Phill.
* » cf. *carinata* Sow.
**Macrocheilus* cf. *acutus* Sow.
* » cf. *Michotianum* de Kon.
**Loxonema* cf. *brevis* M. Coy.
* » *pulcherrima* M. Coy.
* » sp.
**Naticopsis* sp.
Chemnitzia Lefefrei Lev.
» *scalaroidea* de Kon.
Euomphalus tuberculatus de Kon.
Capulus vetustus Sow.
**Bellerophon Urii* Hemm.
* » *decussatus* »
» cf. *hiulcus* Sow.
* » cf. *Larcomii* Portl.
» *carbonarius* M. Coy.
» *Dumonti* d'Orb.
**Pleurophorus* sp.
Edmondia elongata House.
**Sanguinolites* cf. *obblonga* M. Coy.
**Cardiomorpha* cf. *lamellosa* de Kon.
* » cf. *orbicularis* M. Coy.
**Arca* cf. *securiformis* M. Coy.
**Modiola* cf. *Flemmingi* M. Coy.
Avicula papyracea d'Orb.
Aviculopecten Hörnesianus de Kon.
**Aviculo pectea* sp. sp.
**Terebratula sacculus* Mart.
Spirifer lineatus
* » *Urii* Hemm.
* » *Mosquensis* Fisch.
* » cf. *duplicosta* Phill.
» *lamellosus* M. Coy.
» *striatus* Mart.
» *Strangwaysii* de Vern.
» *glaber* Mart.
» *bisulcatus* Sow.
» *pectinoides* Sow.
» *Ficherianus* de Kon.
» *triangularis* Mart.
» *undulatas* Sow.
**Spiriferina cristata* Schloth.
**Athyris Roysii* Leveill.
Orthis crenuistria Phill.
» *resupinata* Mart.
* » cf. *antiquata* Phill.
**Chamarophoria crumena* Mart.
* sp. sp.
Rhynchonella pleurodon Fisch.
» *pentatoma* Fisch.
**Chonetes elegans* de Kon.
* » *Laquesiana* de Kon.
**Productus semireticulatus* Mar.
» *giganteus* Sow.
* » cf. *cora* d'Orb.
» *scabriculus* Sow.
» *pustulosus* Phill.
» *Griffithianus* de Kon.
» *costatus* Sow.
» *expansus* de Kon.
» *longispinus* Sow.
**Strophonema analoga* Phill.
Fenestella elegantissima Eichw.
* » sp. sp.
**Archaeocidaris Rossicus* v. Buch.
**Platycrinus* sp. sp.
**Cyathoxonia cornu* Mich.
**Fusulina cylindrica* Fisch.

Come nella valle della Thuille e come a Manno, presso Lugano, questo giacimento carbonifero di Pontebba ci presenta una traccia di un lido; ma qui noi

abbiamo nelle ripetute zone a vegetali e negli interstrati a fauna carbonifera una dimostrazione che si alternarono per un' epoca abbastanza lunga seni tranquilli e relativamente profondi con alluvioni, che poi furono prontamente sommerse. La tenuità dei banchi di carbon fossile, esplorati sopra Ofen-Alpe a due livelli, e l'assenza dei grossi tronchi negli strati di puddinga fanno credere che l'emersione delle alluvioni dall'acqua marina quivi non si fosse avverata che per brevissimo tempo. Potrebbero le filliti essere state soltanto trasportate dai venti e dalle acque da una prossima spiaggia; e quivi sboccava certamente un corso d'acqua di non lungo corso, solcante un'area di affioramento degli scisti talcosi quarziferi e di rocce anfiboliche. Le fusuline in quelle acque basse non poterono che tardi allignare ed il loro sviluppo è proporzionale al diminuire della grossezza degli elementi e quindi al sommergersi della costa. I crinoidi sono loro fedeli compagni. I brachiopodi e gli altri molluschi meglio si adattarono alla vicinanza della spiaggia ed è singolare la varietà di questa faunula; tanto più quando si pensa che il suo studio è appena incominciato. La sopraposizione delle brecce calcari, dei calcari a fusuline permiane e quindi delle dolomie formanti la massa del Brixiakofel, sembra avvenire senza pronunciata discordanza; ond'è che la transizione del Carbonifero al Permiano, quivi accade regolarmente, senza accennare ad un periodo continentale intermedio. È anche importante di notare che ad oriente di Paularo abbiano perduto di vista le arenarie di Grödner, di cui non vi è alcun rappresentante nella valle del Fella superiormente a Pontebba; d'onde consegue un argomento in favore della permicità delle arenarie medesime e del calcare a *Bellerophon*, che altrove esse sopportano. Mantengo l'opinione che quivi esso sia rappresentato dalla massa calcare, che costeggia sulla destra del Fella da Saifnitz a Pontebba. Alla base di questo calcare, sembrano collocarsi anche le brecce policrome di Uggowitz, nelle quali il sig. Stache raccolse altre specie di fusuline, ritenute del Permiano.

Non mi consta che a levante della valletta del Rio Bianco, sboccante a S. Catterina, sieno state trovate località con fauna o flora del Carbonifero. Valicando per due volte la sella di Canal Alpe (met. 1394) alle falde nord del monte Poludnig e quella da Ugovitz alla valle del Wildbach, non rinvenni nelle zone calcari che si attraversano fossili determinabili, ma solo impronte di gasteropodi simili ad euomfali: seppi però che di migliori se ne raccolsero al Poludnig. Trovai la zona a fusulina coi calcari arenacei, carboniosi, nella valle Pontebbana sotto le casere di Pezzeit (1408) alle falde orientali del monte Pizzul ed è pur quivi che la zona carbonifera passa nel bacino di Paularo e probabilmente striscia a ridosso della massa calcare del Germula sino al rio Tamai, dove lo Stur ha trovato il *Chondrites genellus* Gain. Nella zona calcare di questo monte Germula ed al passo di Lanza (met. 1480) rimarcai dei calcari corallini simili a quelli di Lodinut. Più a levante, sotto Meledis, rinvenni un lembo di conglomerato rosso permiano, unito ad arenarie del pari rosse, che si spinge sino alle falde dell'Oxenkofel. Quivi è l'estremo limite, per quanto io sappia, ove si rinvennero tali rocce, di cui rimangono a studiarsi con molto dettaglio e rapporti col conglomerato carbonifero, affiorante in lunga zona sulla sponda sinistra della Pontebbana e forse continuantesi con quello del Nassfeld, sotto alle masse di calcari del Trohkofel e del Troplacherkofel. Quale sia poi precisamente la località fossilifera dell'Oharnach,

indicata dal sig. Stur verso l'Hohertrieb, io non giunsi a stabilire; penso che possa essere poco discosta dal passo di Lodinut, ove raccolsi fossili nel calcare corallino. Anche per questa ragione le casere di Chiaula e di Lodino sono un punto interessantissimo dove far centro per ulteriori ricerche, quali occorrono per precisare la delimitazione di questo terreno, che forma una delle più attraenti specialità della catena delle Api carniche. Accennando alla recente scoperta da me fatta degli scisti con graptoliti sotto Lodino, ho già esposto alcuni risultati di tali ricerche, che mi era proposto di continuare in questo stesso anno; di questi risultati reputo importante anche la constatata concordanza del calcare corallino del Carbonifero superiore colla zona del *servino* scistoso, che poi passa al conglomerato quarzoso di Costa Robbia ed è ricoperta dalle *arenarie* rosse, micacee e dalla formazione a *Bellerophon* della culmina del Durone.

CAPITOLO V.

Della formazione permiana. Gruppo del Servino o Verrucano alpino e formazione gessifera inferiore.

Fui lungamente dubbioso nell'accettare o meno l'opinione che va generalizzandosi delle permicità del calcare a *Bellerophon* e per conseguenza delle arenarie di Grödner e degli annessi conglomerati, che io già da dieci anni dimostrava nelle Alpi venete esser sempre distinti e separati dalle arenarie a *Naticella costata* [1]. Le ragioni di questa mia esitanza, che ho espressa anche in un recente scritto sui porfidi luganesi [2] erano d'ordine paleontologico e d'ordine stratigrafico. Infatti la fauna del calcare a *Bellerophon* ha bensì una fisionomia analoga a quella dello Zechstein, ma l'illustre geologo che la descrisse non indica alcuna specie comune con strati sicuramente permiani. È una fauna eminentemente locale, che si direbbe immiserita tra estuari e lagune infestate da vapori solfurei, allorchè rimaneva qualche avanzo del vulcanismo rappresentato nel suo parossismo dai porfidi acidi tirolesi. È un anello che si può congiungere anche al Trias; tanto più quando pare che il genere *Bellerophon* accompagni le ceratiti nelle arenarie variegate. Invece di dire che la fauna in discorso è permiana si potrebbe dire che essendosi conservate nel Trias inferiore le condizioni d'ambiente del periodo permiano, in questo tratto del Veneto e del Tirolo meridionale si protrassero i tipi paleozoici, distorti però e deformati nel modo il più evidente. Dal lato stratigrafico poi, anche ammessa incontestabile la permicità di tutti i porfidi quarzosi del Tirolo e del Veneto, rimaneva la generale superiorità delle arenarie di Grödner a questi porfidi e l'analogia, anzi la identità in alcuni punti delle rocce in discorso con quelle del Trias inferiore e medio; in ogni caso poi la concordanza perfetta, che almeno sino allora mi pareva di aver riscontrato in Lombardia e nel Veneto tra il Servino ed il Trias. Temeva d'altronde con questa innovazione nella serie prealpina di confondere irreparabilmente la serie

[1] T. Taramelli, *Osservazioni stratigrafiche sulle valli del Büt e del Chiarsò in Carnia.* Ann. scient. del r. Ist. tecnico di Udine, 1870, con tav. Vol. IV.

[2] T. Taramelli, *Sulla determinazione cronologica dei porfidi di Lugano.* Atti r. Ist. lombardo, 1880, 1º aprile.

lombarda e di sostituire al chiarissimo orizzonte basilare del Trias, che eravamo abituati a rintracciare nel conglomerato del servino, una sfumatura indefinibile, quale è realmente il passaggio dalla formazione a *Bellerophon* alle arenarie di Werfen per una grande estensione della Carnia e del Bellunese. Nei miei dubbî infine mi rendeva più perplesso la costanza, colla quale i signori Lepsius e Gümbel mantenevano il loro Roth alla base del Trias, separandolo dalle arenarie a filliti permiane, scoperte nella Val Trompia, che verrebbero ad essere gli unici sicuri rappresentanti del *Todtliegendes* per chi non accetti le idee dei geologi austriaci.

Pur finalmente, riflettendo agli ultimi risultati di una gita nelle prealpi lombarde, dove mi persuasi che vi è una sicura discordanza fra il piano a trachiceri e le sottoposte arenarie del Servino e che queste passano concordanti al di sotto agli *scisti di Carona*, equivalenti del Carbonifero, ed attribuendo anche assai valore all'autorità dei signori geologi austriaci, che in molte occasioni dimostrarono la sicurezza delle loro vedute, io mi decisi al ritenere la zona a *Bellerophon* come permiana e quindi a collocare la base del Trias, non più in corrispondenza del conglomerato del Verrucano come feci negli antecedenti miei scritti, ma nelle arenarie variegate; e precisamente in quella arenaria oolitica, più profonda, che esiste in Val Sugana e nel bacino di Recoaro con *Chemnitzia gracilior* Schaur e *Pleurotomaria triadica* Ben. I fossili di Werfen non compaiono che alquanto più sopra, nelle vere arenarie variegate, micacee, scistose, passanti a calcari, che in alcuni luoghi le sostituiscono.

Sebbene le località fossilifere che hanno fornito materiali per il pregevole lavoro del sig. Stache(¹) siano fuori del confine della mia Carta e non abbia molta speranza che ulteriori ricerche svelino di tali fossili in Carnia, dove la formazione in discorso, colla prevalenza dei gessi, presenta il massimo spessore, tuttavia non ometterò di riportare un breve sunto di questo lavoro.

Ricordo come nell'antica Carta del Tirolo e nelle dilucidazioni della medesima del sig. Trinker (1853) tra le arenarie rosse inferiori e gli strati di Werfen venisse indicata sotto il nome di *unterer Alpenkalk* una formazione non molto potente di calcari e dolomie, estesa sino ai confini del Bellunese; ma il Richthofen, nel suo noto lavoro sui dintorni di Predazzo, la riferiva alle arenarie variegate. Frattanto per la determinazione della florula permiana della Val Trompia, nonchè per le associazioni proposte dal sig. Suess, le quali pur molto contenevano di vero, andava generalizzandosi l'idea della esistenza del Permiano nel versante meridionale delle Alpi; ed il sig. Stache, come abbiamo veduto nel capitolo precedente, scopriva la zona di passaggio tra il Carbonifero ed il Dias nella formazione dei calcari arenacei e delle brecce a fusulina delle Alpi carniche. Questi perciò era il meglio disposto ad accogliere ed a sostenere la permicità di un livello, che così strettamente si collegava colla formazione di Gröden, mantenendosi costantemente inferiore, come io stesso aveva da anni dimostrato, alle arenarie a *Naticella costata* ed a *Monotis Clarai*. Egli scelse i dintorni di S. Peccolein e di S. Martino nell'Enneberg, ed in una escursione coll'illustre direttore dell'Istituto di Vienna scoperse nei calcari bituminosi sottostanti alle arenarie di Werfen dei radioli di *Archeocidaris*, dei *Bellerophon* e qualche altra

(¹) G. Stache, *Fauna der Bellerophonkalke Südtirols.* Jahrb. k. k. geol. R. A. Vol. 27 e 28, 1877-1878.

conchiglia. Contemporaneamente i signori Hörnes e Mojsisovics nelle valli di Sexten, al passo di monte Croce, nei dintorni di Auronzo e di S. Ulrico, nella valle di Prags e nel Ruefenberg raccoglievano un materiale assai abbondante ed i primi risultati di questi studî venivano pubblicati nelle *Verhandlungen* dell' Istituto di Vienna del 1876 (p. 38 e 302). Il signor Gümbel [1], basandosi sullo studio della fauna di foraminiferi e di ostracopodi di questa formazione, i quali hanno una fisonomia triasica, e sulla mancanza da lui sostenuta di un graduato passaggio della formazione porfirica del Tirolo alla detta arenaria di Gröden, opinava che si trattasse di un residuo di fauna permiana in terreno assolutamente triasico. Anche recentemente affermava che la flora Neumarkt-Recoaro ad *Ulmannia Bronni* e *U. Gainitzi* sottostante al detto calcare a *Bellerophon* era distinta dalla zona a *Walchia ficiformis* della Valle Trompia e di essa più recente [2] e che gli strati di Gröden devono riguardarsi come membri del Trias inferiore. Evidentemente egli dà molto meno importanza di quanto ne concedano i suoi allievi ed i geologi di Vienna alla legge di Weiss, per cui *le flore avrebbero preceduto nella comparsa le faune di cadauna epoca geologica* [3]. Alla quale legge nemmeno io sarei per concedere troppo ampie applicazioni, come vedremo a proposito della creduta equivalenza del Lias lombardo colla *facies* di *Noriglio*. Qui però non è su questa legge che si appoggiano i sostenitori della permicità delle formazioni in discorso; ma sul carattere positivo del tipo paleozoico di una fauna intera, quale appunto emerge dal lavoro dello Stache; e non soltanto di forme permiane ma di forme carbonifere, quali il *Bellerophon cf. Urii,* il *Productus cf. hiulcus,* il *P. cf. Chora,* lo *Spirifer cf. glaber* ecc. Si tratta di una formazione assai potente, che in Carnia e nel Comelico non meno che in Cadore e nell'Agordino è affatto separata dalle arenarie variegate e che accenna ad una fase maremmana lunghissima, la quale poi trova assai bene il suo posto tra il Carbonifero ed il Trias superiore; e ciò senza punto diminuire, almeno per le Alpi venete, l'importanza e lo sviluppo della serie di quest'ultimo terreno, che pur rimane potente in alcuni siti oltre 300 metri.

Il signor Stache presenta la nota di 37 località, che gli hanno fornito almeno frammenti dei fossili che egli descrive. Le rocce sono calcari bituminosi o calcari dolomitici e silicei, oppure argille compatte e calcari marnosi, spesso ricchissimi di foraminiferi. Vi sono cioè tutte le gradazioni, colle quali la formazione si presenta da noi, che però abbiamo ancor più sviluppate le dolomie cariate e le marne gessifere. Nelle vicinanze di Sexten e di Auronzo cita le seguenti località: Gsellknoten a sud-sud-est di Innichen, al Monte Croce, prima vallicola verso sud, tra Monte Croce e Campotorondo, Colle Castello tra Cornelio e Cella, torrente Diebba, la Navassa, R. Soccosta, sella tra Monte Malone e colle Brusan, Monte Cornon sopra Lozzo. Cita anche Pozzal pel colle di S. Lucia e tra Agordo e S. Michele. Meno che alle località presso il passo di Monte Croce, sul territorio bellunese non rinvenne che frammenti;

[1] C. W. Gümbel, *Geognost. Mitteilungen am der Alpen. III. Aus der Umgegend von Trient,* 1876. *Die geognost. Durchsforschung Beyerns;* 28 marzo 1879. Verhandl. v. k. k. geol. R. A. 1, p. 25.

[2] C. W. Gümbel, *Geognost. Mittheilungen aus der Alpen. Ein geognosticher Streifzug durch die Bergamascker Alpen* 1880.

[3] Zeitschr. der deut geolog. Gesellsch. 1877.

nè io, che nello stesso anno percorreva quelle regioni e che dopo per circostanze affatto indipendenti della mia volontà non ho potuto farvi ritorno, fui più fortunato.

Quanto alla fauna, i vertebrati sarebbero accennati soltanto da qualche osso di pesce della famiglia dei sauriodi e dalle placche di ganoidi, che presentano qualche analogia con quelle del *Palaeoniscus Blainvillei* Agas. Compare una piccolissima *Serpula*. I cefalopodi presentano forme elegantissime, quali il *Nautilus pugnax* Moj., *N. Sebedinus*, *N. Hornesi* Stach. e *N. Crux* Stach. I pteropodi presentano svariati tipi di *Bellerophon*, alcuni simmetrici, come i *B. Vigilii*, *B. Cadoricus, B. Jacobi*, *B. pellegrinus*, *B. Ulrici*; altri dissimmetrici, come *B. Sextensis*, *B. Gümbeli*, *B. pseudohelix* ecc. I gasteropodi offrono la *Murchisonia tramontana*, la *Turbunilla*, la *Catinella* e qualche piccola *Natica*. Le bivalvi se riproducono i generi *Aviculopecten*, *Bakewellia*, *Leptodomus*, *Pleurophorus, Edmondia*, *Allorisma*, preludono altresì alle *Cassianella* triasiche. Tra i brachiopodi, le numerose specie di *Spirifer* si raccolgono in gruppi di forme assai variabili, col tipo degli *Sp. vultur*, *Sp. Cadoricus, Sp. Sextensis* e *Sp. Janiceps*; inoltre compaiono *Orthis*, *Streptorhynchus* e *Strophonema*, nè mancano i *Productus*. Richiamo l'attenzione del lettore sui brachiopodi, per giudicare la fisonomia della fauna, la quale, almeno in questo caso, ha un valore reale e per me decisivo; specialmente nel senso nel quale la permicità della formazione in discorso sembra accettata anche dal sig. Mojsisovics. Nella sua opera più volte citata (pag. 37-38) egli dice: « Entrambe le faune, quelle dello Zechstein e del calcare a « Bellerophon, sono immigrate e non ponno essere considerate come faune locali, indi- « vidualizzate. È molto probabile che partano da due diverse provincie marine. L'am- « mettere la loro contemporaneità sembra ora arbitrario, non avendo esse forme « comuni. *Se non sono contemporanee, dobbiamo considerare più antica quella dello « Zechstein, contenendo essa forme permo-carbonifere* ».

Indipendentemente delle intricate questioni di contemporaneità di quella fauna e della sua provenienza, dal punto di vista puramente geologico dobbiamo riconoscere la somiglianza della nostra formazione *gessifera inferiore*, per le sue dolomie cariate e pel suo calcare selcifero-bituminoso, colla serie dello Zechstein di Mansfeld e di Eisleben, colle stesse rocce, con gesso ed anidrite; nonchè l'analogia, almeno genetica, coi famosi giacimenti saliferi di Stassfurt, nel Magdeburgo [1] come si è accettata la equivalenza della massima parte delle formazioni porfiriche, a roccie acide, delle Alpi meridionali colle rocce analoghe della Slesia e della Prussia renana. E se io fui dubbioso, come tuttora lo sono, sulla reale permicità di taluni di questi porfidi, non trovo ragionevole di concedere a questo dubbio un valore maggiore che alle accennate analogie litologiche e paleontologiche, le quali mi portano ad accettare le idee di illustri geologi, che hanno studiato colle regioni finitime al Veneto anche buona parte dell'area della mia Carta. Dopo tutto, la questione non è tanto grave come sembra a primo avviso. Trattasi di uno di quei passaggi tra l'uno e l'altro periodo, nei quali col troppo distinguere si può correr rischio di non riconoscere i più sicuri e sintetici fenomeni geologici, che in ultima analisi sono la chiave di questi passaggi, studiati dal punto di vista delle evoluzioni della superficie terrestre. Nello

[1] F. Bischof, *Die Steinsalzwerke bei Stassfurt*; 2 Aufl. Halle, 1875.

stato attuale delle nostre cognizioni, lo ammettere la permicità della duplice zona delle arenarie di Gröden e della formazione gessifera che le ricopre, sembrami, non una confusione, ma un passo sicuro nella geologia alpina.

Non è fuori di probabilità che in futuro, a meglio definire i termini di questo passaggio del Carbonifero al Permiano e da questo al Trias, si scoprano parecchi livelli, così nel conglomerato e nelle arenarie inferiori come nella formazione gessifera e negli annessi calcari, più o meno dolomitici, bituminosi, marnosi, sciolti o compatti, con o senza tracce organiche.

Rimane a decidersi per tanto se permiano o carbonifero sia quel conglomerato, che sulla Carta del sig. Mojsisovics è segnato inferiormente ai porfidi quarzosi sul versante meridionale del monte Frawort sopra Roncegno e intorno agli affioramenti scistosi del Comelico e di Agordo-Primiero. I suoi rapporti colla formazione porfirica non sono per anco definiti ovunque; o dirò più precisamente, non è ancora ben chiaro che si voglia intendere con questa denominazione di *Verrucano*, che da noi si è usata sino ad ora per indicare conglomerati contenenti anche porfidi quarzosi, come ne contengono i conglomerati di questo periodo del Comelico, del bacino di Gosaldo e dei dintorni di Agordo. Il nesso di questi conglomerati colle arenarie di Gröden mi sembra in realtà, almeno al presente, così stretto e così generale, così comprovato da ripetute alternanze degli uni colle altre, da ritenersi impossibile una distinzione delle due rocce; e ciò dico per la Lombardia come per il Veneto.

Stabilita questa associazione del conglomerato detto del *Verrucano* colle arenarie rosse dette del *Servino* (escluse quelle fossilifere del piano a *Naticella*, a torto confuse con questo piano dal signor Curioni) la formazione permiana ci si presenta con tre forme distinte e successive: 1° delle colate porfiriche, con rocce assai acide; 2° delle arenarie e delle puddinghe di Gröden; 3° della formazione gessifera o calcare a *Bellerophon*. Esaminiamo partitamente questi terreni.

1. *Porfidi quarzosi.*

Nell'area della nostra Carta conosco una sola località, nella quale sia sicura l'esistenza in posto di porfidi quarzosi, all'infuori del grande e complesso espandimento tirolese; è questa al monte di Terzo, a nord-ovest di Paluzza a met. 1972. Visitai la località di Danta, ove i signori Loretz, Hörnes e Mojsisovics hanno indicato un affioramento di porfido quarzoso e quivi non trovai che massi rotolati di questa roccia, tra una morena; come non ho potuto verificare l'affioramento segnato nella Carta del sig. Fuchs ([1]) sotto Frassenè a ponente di Agordo. Tuttavia li accenno essendo assai probabile che non abbia rinvenuto questi affioramenti, facilmente mascherati dalla analogia grande che presentano col porfido le arenarie porfiroidi, quando sono compatte. L'affioramento di monte Terzo per fortuna corona un monte ragguardevole e riporterò quanto ne scrissi dieci anni or sono ([2]).

([1]) *Die Venetianer Alpen*, 1844.

([2]) T. Taramelli, *Osservazioni stratigrafiche sulle valli del Bût e del Chiarsò in Carnia.* Ann. Ist. tecnico di Udine 1870, con tav. Allora considerava permiani gli scisti apparentemente superiori al calcare corallino del Carbonifero superiore del monte Coglians e pizzo Collina; i quali scisti, per maturo esame della formazione paleozoica delle Carniche ora giudico precarboniferi.

« In una prima salita alla vetta Grassolina (nord di Zovello) attraversando la serie permiana appoggiata al calcare del pizzo Collina, vidi un complesso di argilloscisti, di arenarie e di brecce impiglianti dei frammenti angolosi di porfido, che mi fecero sperare di essere vicino alla ricercata emersione; anzi allo sbocco del torrente, che mette nel Gládegna, a Costa di Corcivento, trovai un grosso masso di porfido quarzoso, analogo a quello compreso nella breccia porfirica, che affiora più a tramontana. Limitando quindi dietro tali indizî, le mie ricerche al monte di Terzo ne impresi la salita, prima per Costa di Corcivento quindi per Val Castellana e per Zuplan. Finalmente rinvenni in una stessa località riunite tutte le rocce, che disperse qua e colà dai ghiacciai per la valle del Bût, pei dintorni del lago di Cavazzo e nella fronte morenica, avevano per tanto tempo tormentata la mia mente, come una poco consolante ma utile dimostrazione dal molto che ancor resta a farsi per la conoscenza geologica di questo piccolo lembo delle Alpi. La breccia porfirica corrisponde ad un campione di *Rothtodliegendes* di Potschapel, in Sassonia; risulta di frammenti di porfido quarzoso rosso-bruno e di una pasta cloritica. Il porfido, meno quarzifero di quello di Kaltwasser, è di un colore rosso vinato e presenta in una pasta feldispatica poco fusibile disseminati dei cristalli di ortose, con rarissime pagliuzze di mica nera. Questa breccia misura la potenza di circa 80 metri, alternandosi con due colate di porfido, potente da 7 a 10 metri. Il tutto inclina dolcemente a sud-sud-ovest ed è mirabilmente clivato in massi rozzamente arrotondati, in preda ad energica caolinizzazione ».

A ponente, dove vi sono i laghetti segnati sulla Carta topografica, si trovano arenarie verdastre e brecciole quarzo-porfiriche. Sotto ai porfidi si sviluppano gli scisti neri e violetti i quali, come abbiamo veduto, probabilmente vanno riferiti al Siluriano.

Esaminando il lembo di porfidi quarzosi, che dal Tirolo si inoltra nel Bellunese per il passo di Falcade, ho potuto persuadermi dell'intimo legame tra quelle rocce con alcune arenarie rosso-brune o verdi, eminentemente tenaci, spesso *amigdaloidi*, passanti a spiliti. Queste arenarie hanno in Carnia un grande sviluppo, normalmente inferiori alle arenarie di Gröden ed alle annesse puddinghe quarzose. Di queste varietà di tufi l'analisi potrebbe mostrare i rapporti coi porfidi meno acidi del Permiano; sino ad ora, in mancanza di analisi chimiche, non le distinsi che all'aspetto, che però è marcatissimo. Si sviluppano specialmente al monte Nevis (1922) sopra Ligosullo in Carnia, verso Costa Robia (1456) e lungo la sinistra sponda del torrente Chiarsò, a sud dello sbocco del rio Tamai sin presso Paularo. Siccome è roccia compattissima, così si vede con frequenza nelle morene del Tagliamento; se non che le cavità amigdaloidali, che erano prima riempiute da calcite, all'esterno si vuotano e ne rimane una roccia regolarmente bucherellata. Il fenomeno naturalmente si avverte anche sulla superficie erosa dalla roccia in posto. Considero questa roccia collegata assai più strettamente che le arenarie ed i conglomerati di Gröden col vulcanismo permiano; ma per la piccolezza della Carta e più ancor per non averne potuto delimitare la estensione ovunque essa affiora la tengo associata alle dette rocce frammentizie del Permiano.

Mancando tuttora di dati analitici sulla composizione delle roccie anfiboliche ed iperitiche del Col Quaternè, nell'alto Comelico, e della sella di S. Pellegrino, all'origine del torrente Biois, sono costretto ad omettere ogni apprezzamento sulle

relazioni che esse ponno avere colle rocce cristalline acide del Permiano. Mi pare però che appartengano allo stesso ciclo vulcanico e certamente sono al pari del porfido quarzoso sottostanti alle arenarie ed alle puddinghe del *Verrucano*, delle quali passo a discorrere.

2. *Puddinghe quarzose del Verrucano ed arenarie di Gröden.*

Le cave di materiali di costruzione a Dosoledo offrono opportunità di esaminare in tutta la sua varietà questa formazione di costiera. Le arenarie, come dissi, si alternano colle puddinghe; vi sono anche delle brecciole a frammenti angolosi decomposti, che si direbbero conglomerati vulcanici; il cemento è quarzoso e talcoso assai compatto; il colorito della roccia assai vario, dal giallo al rosso. Per quanto però questa alternanza sia un fatto generale, essa non toglie che le puddinghe non prevalgano verso la base e che le arenarie rosse, micacee, più o meno compatte e talora marnose e friabilissime si sviluppino a contatto colla formazione gessifera, talora alternandosi colle marne basilari della medesima. Nell'alto Comelico prevale la puddinga; poco lungi, nella Carnia, questa cede la prevalenza alle arenerie, senza però scomparire giammai; sotto l'una e l'altra forma, il terreno si presenta un'ultima volta nell'isolato e ristretto lembo di Meledis, presso al giacimento di rocce analoghe ma sicuramente carbonifere della valle Pontebbana. Più a levante, nell'alta valle del Fella, io non osservai nè arenarie permiane nè conglomerati quarzosi rossi, e non ne fanno cenno nemmeno gli altri geologi che descrissero quella contrada. L'equivalenza colle brecce e coi calcari a fusulina non potrebbe essere, nello stato attuale delle nostre conoscenze, più dimostrata. Se non che alcuni ciottoli di calcare con fusuline furono osservati anche nel conglomerato in discorso nel Comelico; nè ancora è detto se queste foraminifere erano carbonifere piuttosto che permiane.

Queste rocce tenacissime, al pari delle analoghe del Carbonifero, sono usate in tutte le montagne del Veneto come pietra da macine, ma di solito non vi sono cave e si lavorano i trovanti, abbondantissimi nelle morene. Nella regione carnica questa formazione ha lo stesso aspetto che nelle montagne orobiche, ove anche fornisce ottimi materiali di costruzione e buone pietre da molino. In Val Seriana come in Val Brembana ricopre una assai continua zona di *euriti*, che rappresentano forse tufi di porfidi acidi, resi compatti dalla pressione e da azioni metamorfiche.

Nel bacino di Recoaro e nella Val Sugana questo gruppo è assai meno sviluppato; però vi esiste ed è fossilifero. Della esistenza di vegetali nelle arenarie presso Castell'Ivano ebbi informazione dal signor Ragazzoni, che li scoperse parecchi anni fa; ma recatomi sul sito non ne potei rinvenire. Osservai soltano che quivi le arenarie rosse passano presto alla dolomia scagliosa e raramente cariata del periodo seguente e che al piano di passaggio esiste il gesso, in piccole amigdale.

Nelle vicinanze di Recoaro, il Maraschini aveva già distinta questa formazione coi nomi di *Matassite, primo gres rosso* e *gres del carbon fossile.* In seguito il Massalongo, lo Schauroth ed il Pirona ne descrissero l'andamento ed il sig. barone De Zigno ([1]) determinava le piante fossili. Si ponno distinguere due piani; l'uno inferiore di arenarie grossolane, passanti a puddinghe, con tinta rossa o rosea, affiorante

([1]) A. De Zigno, *Sulle piante fossili del Trias di Recoaro.* Mem. del r. Ist. veneto di sc. lett. ed arti. Vol. XI. 1862.

in più siti, specialmente a nord-est di Spenasetta, a S. Giuliana, ad Ulbè, a Scocchi ed a Canegatti a sud-ovest della valle dei Signori; ed il superiore, affiorante al Prack, a S. Giuliana, alle Meltaure, a tinta chiara, con vegetali e tenui letti di carbon fossile. Quivi pure il conglomerato mostrasi alla base delle arenarie, ed affiora in Valcalda, nella valle di Mondonovo, nella valle dell'Orco, in perfetta concordanza colle arenarie medesime. Le arenarie sono attraversate in più sensi da rocce eruttive, in generale assai alterate, riferite all'epoca del vulcanismo norico; nella valle del Prack questo melafiro si alterna coll'arenaria come filone-strato. Le fessure delle arenarie sono in quest'ultima località ricoperte da efflorescenze di malachite. Nell'attigua valle di Prechele il melafiro separa l'arenaria dallo scisto. Le piante fossili furono determinate dal Massalongo e pubblicate dal sig. De Zigno nelle specie seguenti: *Equisetites Brongniarti* Mass., *Caulopteris? Maraschiniana* Mass., *Caul.? Laeliana* Mass., *C. Festariana* Mass., *Aethophyllum Foetterlianum* Mass., *Haidingera Schaurothiana* Mass., *Taxites Massalongi* Zigno e *Tax.*, *Vicentinus* Mass. Il Massalongo poi [1] cita altresì l'*Aethophyllum speciosum* Schauroth e l'*Equisetum Meriani*; ma il sig. Schenk [2] dubita di queste determinazioni, anzi la prima pare basata sopra esemplari provenienti dal giacimento superiore, di cui vedremo più avanti. Lo Schauroth raccolse anche delle *Voltzia* riferite dal signor Schenk alla *V. heterophylla*, che sarebbe però l'unica specie comune colle arenarie variegate dell'Alsazia. Più recentemente il Gümbel [3] dimostrò la equivalenza del giacimento fillitico in discorso con quello di Neumarkt e con quello di Funfkirchen, in Ungheria; e più recentemente ancora dichiarò che tutte queste flore sono meno antiche di quella sicuramente permiana della V. Trompia; epperò sono da ritenersi sicuramente triasiche, in conformità a quanto era stato riconosciuto dal Murchison e dal De Buch sin nel 1847. Che ciò sia da ritenersi non vi è dubbio, in linea paleontologica; quello che rimaneva a provarsi almeno pel Recoarese si è che questo piano fillitico fosse realmente al posto delle arenarie del Servino e della grande formazione dei conglomerati quarzosi, a cemento talcoso del Comelico e della Lombardia, e che spetti veramente al piano a *Bellerophon* il tenue banco di calcari e di dolomie, che ricopre questo orizzonte a piante fossili. Il che essendo, come sembra ormai provato, siamo all'accettare o meno l'accennata legge di Weiss; nel quale dilemma già dissi la via che ho preso, lasciando poi che il lettore si regoli come meglio gli pare.

3. *Calcare a Bellerophon. Formazione gessifera inferiore.*

Nel bacino di Recoaro le più basse formazioni gessifere sono superiori alle arenarie variegate: altrove, verso levante, si allineano con sviluppo sempre crescente tra le arenarie suddescritte ed il piano e *Monotis Clarai*. Il calcare a *Bellerophon* è una accidentalità del calcare marnoso bituminoso, più o meno compatto, alcune volte marmoreo e con bella venatura bianca, oppure noduloso, il quale ricopre generalmente le grosse amigdale di gesso. Queste poi sono sempre accompagnate da marne scialbe,

[1] *Neues Jahrbuch für Mineralogie*; 1851, p. 415.

[2] De-Schenk, *Die Pflanzenreste des Muschelkalkes von Recoaro.* Benecke-Beiträge, Vol. II. pag. 71, 1868.

[3] Zitzungs Ber. k. bajer. Akad. von Wissensch. 1879.

arenacee (che si direbbero ceneri vulcaniche se non fossero soverchiamente calcari) e dalla dolomia cariata. Questa roccia nella maggior parte dei casi si può interpretare come una breccia a cemento calcare o dolomitico, dalla quale siano stati esportati per soluzione gli elementi marnosi. Alcune volte questi elementi od i loro residui si scorgono tuttora nella roccia meno alterata. È singolare il fatto che con questa zona gessifera non solo si allineano le fonti più abbondanti di acque solfuree, come presso Auronzo, nella valle di Socchieve, ad Arta, a Paularo e nella val Pontebbana; ma si osservano i massimi depositi di calcare tufaceo, pliocenico e quaternario, sempre in relazione coi più estesi lembi di conglomerato preglaciale. Il fatto si manifesta chiaramente a nord di Padola, quindi lungo il torrente Diebba presso Auronzo ed ai laghetti di acqua tuttora incrostante sotto la strada da Pieve di Cadore a Domegge. Altro fatto interessante è la presenza del *solfo nativo*, che ho riscontrata in tre punti della regione della Carta in questi giacimenti gessiferi inferiori; cioè al Rio del Solfo, presso Treppo Carnico, sopra Sauris di Sotto in valle del Lumiei e di fronte ad Auronzo. In nessun punto però il minerale è in quantità sufficiente per destare ragionevole speranza di coltivazione.

I calcari neri, biancovenati, si scorgono talune volte punteggiati per foraminiferi. Il residuo di loro soluzione nell'acido cloridrico dimostra dei frammenti silicei; avanzi evidenti di radiolari. Per quanto abbia ricercato in questa formazione, che è sviluppatissima in Carnia, non trovai altro fossile tranne qualche modello di piccole bivalvi nella dolomia farinosa, associata alla dolomia cariata presso Comeglians. Le marne si sviluppano più che altrove al monte di Suttrio, ove costituiscono floridissimi pascoli e stanno sopra al calcare nero, bianco-venato. Lungo il canale del Fella, questo calcare soltanto si manifesta e si alterna a più riprese colla soprastante formazione delle arenarie variegate. Colà non vidi in alcun punto affiorare la formazione gessifera; ma la direbbero sepolta le fonti solfuree di Studena e di Lussnitz. Il signor Stache accenna ad un lembo gessifero sotto le arenarie a *Myacites* nel profilo da Pontafel al Kröne, ma non ne precisa il giacimento. Nello spartiacque tra la Pontebbana ed il Chiarsò, la formazione a *Bellerophon* è rappresentata dalle dolomie del monte Salionce, a nord del passo della Pradulina, il quale passo è inciso tra le arenarie variegate; mentre alla forcella di Pizzul corrispondono le arenarie rosse e verdi del piano di Gröden, ed appena più a nord stanno gli strati carboniferi.

Questa formazione gessifera è in complesso molto facilmente erodibile; come lo sono in grado ancor maggiore le arenarie, che direttamente la sopportano. Da ciò il fatto dell'allineamento delle depressioni seguenti coll'affiorare di questi due terreni: la detta Pradulina; il duplice passo del Durone e di Liuz, da Paularo a Paluzza; il passo di Valcalda dal canale di S. Pietro in quello del Degano; la val Pesarina o di S. Canziano; la sella di Lavardet, per Val Frisone; in fine, il passo di Losco, da questa valle a quella del torrente Piova. Più a sud, dove le formazioni stesse ricompaiono per un'ampia sinclinale abbracciante la zona triasica della Carnia, al loro affioramento reso ancora più ampio per ripetuti salti corrisponde il vasto bacino di Socchieve, colla dolomia cariata assai sviluppata presso questo paese ed a sud-ovest di Ampezzo Carnico. Anche l'ampiezza dei bacini di Auronzo, dell'alto Comelico, di Domegge e Lozzo è in dipendenza dello sviluppo dei terreni in discorso.

Questa è certamente una delle più sicure e delle più evidenti relazioni tra la struttura geologica e la conformazione orografica della regione esaminata. I giacimenti gessiferi sono abbastanza importanti, perchè se ne giova oltre all'edilizia anche l'agricoltura, per la concimazione dei prati ed erba medica. Le varietà alabastrine, variamente zonate per contorti interstrati marnosi, si adoperano anche per intarsio di mobili. Vedremo poi come nel Veneto vi siano altri più recenti orizzonti gessiferi, specialmente nei piani del Muschelkalk e di Raibl, i quali più verosimilmente corrispondono per epoca a parecchi dei giacimenti gessiferi di Lombardia.

CAPITOLO VI.

Generalità sulla formazione triasica del Veneto. Delle arenarie variegate.

L'area compresa nella nostra Carta è troppo ristretta ed i materiali paleontologici quivi raccolti furono ancor troppo irregolarmente studiati perchè si possa con sicurezza seguire la vicenda dei fenomeni biologici, che si svolsero in corrispondenza di essa area nella lunghissima serie di periodi triasici. In compenso, colla scorta principalmente dei caratteri litologici e stratigrafici, è tuttavia possibile comprendere almeno approssimativamente l'evoluzione dei fenomeni tellurici, esogeni ed endogeni; e questa si può riassumere in un fatto grandioso, sintetico, caratteristico appunto per la regione esaminata. Esso consiste nel generale e progressivo abbassamento del fondo marino, dal periodo delle arenarie variegate alla formazione uniforme, di libero mare, della dolomia principale. Per esso abbassamento noi vediamo gradatamente scomparire le arenarie grossolane, interporsi da prima scontinui e sottili, indi più potenti e più estesi i calcari più o meno marnosi del Trias medio; poi qua e là vediamo incominciare le masse delle dolomie a *Gyroporella*, crescere queste, anastomizzarsi, espandersi in modo complicatissimo e fare passaggio alle masse coralline od altrimenti biogeniche, attraverso i piani di Wengen e di S. Cassiano. Tra le dolomie si innalzano con minor potenza i sedimenti fangosi; però in uno dei periodi carnici questi gradatamente vanno di nuovo estendendosi, e questo periodo corrisponde al piano raibliano. Allora un mantello molto uniforme, con una fauna altretanto ricca quanto poco varia di specie, si espande su tutta l'area veneta che sta a levante del Brenta. Questa formazione marnosa, accennante alla prossimità di un grande continente (di cui rimane da stabilirsi la posizione) ed alla dispersione di torbide di qualche gran fiume, scompare sotto alle dolomie, prima fittamente alternate colle marne, poscia a banchi potenti ma regolari. Una fila di almeno un migliaio di metri di banchi calcareo-dolomitici forma il coperchio di quell'immane avello, ove riposano le spoglie di tante generazioni di viventi. Che lo sviluppo corallino fosse favorito da questo fenomeno di progressivo abbassamento, è un fatto assai in armonia colle leggi che governano l'attuale animalizzazione marina; la disposizione topografica, come la struttura ed i rapporti stratigrafici delle masse dolomitiche, esaminati recentemente dal signor Mojsisovics e da me, fanno appoggio saldissimo alla idea primamente avanzata del signor Richthofen sulla origine di tali

masse per opera di quegli instancabili fabbricatori di montagne. E l'autore dell'opera « *Die Dolomit-Riffe* » ampiamente dimostra come sia in realtà destituita di valore l' obiezione, che più facilmente si presenta contro questo modo di vedere; cioè la mancanza di avanzi corallini nelle dette masse dolomitiche. Poichè nè questa mancanza è assoluta, nè torna difficile spiegarla per quei moti molecolari e per quei fenomeni di soluzione e di ricomposizione, che hanno alterato più o meno tutte le formazioni calcari, anche recentissime. Pei coralli poi la scomparsa delle ultime vestigia organiche sarebbe specialmente spiegata dalla maggiore solubilità dell'arragonite, di cui avevano composto le loro dimore. D'altronde nelle masse edificate da quei radiati abbondano sempre i materiali frammentizî, che formano una roccia di aspetto uniforme od oolitico; e si hanno esempî di calcari corallini, anche recenti, nei quali manca ogni traccia di organizzazione. L'edificio corallino è come l'impalcatura che serve di nucleo ad un assai vario modo di fissazione del calcare, vuoi per opera diretta degli organismi, vuoi per deposito chimico o meccanico dell'acqua marina; ed è un fatto che se nelle dolomie triasiche mancano le traccie di coralli, è d'altra parte difficile osservare un campione di varî piani di esse in cui manchi qualche traccia almeno di secrezione animale. Lo sviluppo poi delle giroporelle, che voglionsi da taluni alghe e foraminiferi o polipi da altri, è straordinario, specialmente nelle dolomie più profonde; esse certo contribuirono in grandi proporzioni ad edificare quelle potentissime masse.

L'accennato movimento di sommersione non è stato nè regolare nè continuo; chè a disturbarne il lento progresso intervenne, appena dopo il periodo dei calcari di *Büchenstein*, l'attività diretta dei vulcani. Prima coi tufi detti *pietre verdi* ([1]), poscia coi tufi doleritici colle arenarie e colle brecciole vulcaniche; in seguito anche nel Bellunese e nel Vicentino con eruzioni potentissime di porfidi augitici; ultimamente in alcune porzioni della Carnia e dell'alta valle del Fella, con emissione di rocce felsitiche analoghe a quelle di Kaltwasser, il fenomeno delle eruzioni per coni insulari si è presentato in tutta la sua varietà e con quella incostanza di localizzazione, la quale direttamente consegue e dal rimutarsi delle bocche ignivome e dalla facile erodibilità dei prodotti vulcanici frammentizî, così all'atmosfera come nella zona delle onde. Epperò qua e là sullo specchio del mare comparivano delle isole, coronate di verzura. Qualche resto di rettile, da me raccolto presso Caprile ed a Dogna, accenna alla presenza di vertebrati terrestri. Fra i banchi di arenarie e di calcari marnosi del canale di Gorto in Friuli, della Grigna presso Auronzo, di Coldai, Staulanza e Cibiana, della forcella Forada e dei dintorni di Caprile nel Bellunese compaiono banchi esigui ma talora coltivati di antracite.

([1]) Non si confondano colle *pietre verdi* delle Alpi valtellinesi e piemontesi, rocce antichissime, spettanti a piani sicuramente precarboniferi. La denominazione fu usata dal Catullo per queste venete assai prima che per le altre dal Gastaldi; siccome però questa non è altro che una denominazione comune, non è a farsi questione di priorità. Piuttosto è a desiderare che si possa tra non molto sostituirvi per ciascun caso dei nomi meno primitivi. Queste del Veneto sono tufi e ceneri vulcaniche, alterate e silicizzate, che si potrebbero chiamare *ftaniti*. Il serpentino ed annesse rocce bronzitiche compajono soltanto in relazione coi graniti tormaliniferi di Predazzo, in filoni che accennano probabilmente ad una formazione fatta a spese del granito stesso, il quale è del pari triasico.

Veramente lo stabilire una serie generale con questo così vario cangiamento di orografie, attraverso ai molti periodi in cui si può dividere il Trias alpino, sarebbe cosa assai difficile; ma il cammino è appianato, specialmente dalle più recenti pubblicazioni, che cominciano a presentare un accordo nella nomenclatura così dei piani come delle specie fossili. Ed io mi uniformerò quanto più sarà possibile ad esse pubblicazioni; stantechè giova nello stato presente l'andare a rilento in una ulteriore suddivisione dei varî piani, per differenze le quali vennero e vengono diversamente interpretate. Certo si è che la condizione dei depositi triasici, specialmente arenaceo-marnosi, nelle Alpi meridionali è tale che appaia quasi impossibile essere di fatto esistita giammai una perfetta contemporaneità delle varie faune, più o meno localizzate; come è invece molto probabile che le faune contemporanee non abbiano avuto ovunque lo stesso carattere, stanti le diverse condizioni conseguenti alla diversa profondità ed alla diversa natura dei sedimenti. Epperò le equivalenze ed i parallelismi devono intendersi *affatto approssimativi;* come pure conviene serbare il massimo riserbo sulle teorie di derivazione e di emigrazione di forme, che si avessero a stabilire sopra fatti, esclusivamente desunti da questa nostra regione prealpina. Imperocchè gli studî paleontologici furono fatti sino ad ora isolatamente ed in generale su fossili raccolti da altri, ed a più riprese; senza quella unità di vedute e di metodo, che può solo garantire un risultato attendibile nelle difficilissime ricerche della concatenazione delle faune. I piani, che presentano un valore reale e più costante nella nostra regione, sono i seguenti; ciascuno di essi però prestandosi ad ulteriori suddivisioni sempre più locali, alle quali basterà che io accenni.

1° Arenarie variegate a *Naticella costata; Buntersandstein, Werfenerschiefer; Alpiner Muschelkalk, erste Stufe* (Loretz); *Röth* (Lepsius).

2° Calcari del *Muschelkalk,* colle zone di Recoaro e di Zoldo, dolomie a *Gyroporella pauciforata.*

3° Marne, arenarie e dolomie infraraibliane (piani di *Buchenstein* e di *Wengen.*

4° Marne, calcari marnosi e dolomie di S. Cassiano e di *Railbl.*

5° Dolomia a *Turbo solitarius* ed a *Dicerocardium Jani.*

I. *Arenarie variegate.* — L'analogia litologica di queste arenarie colle precedenti permiane ha prodotto le più deplorabili confusioni, le quali difficilmente saranno tolte in tutta la estensione delle prealpi italiane per il limitato sviluppo della frapposta formazione calcareo-gessifera. Nel Veneto non solo avvi l'intermezzo di questa, ma osservasi anche, almeno nel Recoarese, nella Val Sugana e nelle vicinanze di Primiero, la zona basilare delle *ooliti a piccoli gasteropodi,* di cui le prime traccie furono osservate dal signor Benecke ([1]) tra i monti Zaccon ed Armentara, a sud di Borgo. È un orizzonte che si ripete anche nel Tirolo sud-ovest e nella Val Trompia. Le forme più abbondanti sono: *Chemnitzia* (Holopella) *gracilior* Schaur, *Pleurotomaria triadica* Ben., *Pleurot. extracta* Ben., *Pleurot. euomphala* Ben., *Turritella*

([1]) E. W. Benecke, *Ueber Trias und Jura in den Sud Alpen* p. 31, Monaco 1866. — *Ueber einige Muschelkalks-Ablagerungen,* ibidem 1868.

costifera Schaur., *Natica turbilina* Schaur. Raccolgonsi tali fossili nelle vicinanze di Recoaro in valle dell'Erbe, nella valle del Prack e nel dosso che separa la valle dell'Orco dalle Merendaore e dalla Prebianca. Esistono nel Friuli in Val Pesarina, ed il sig. Loretz li trovò nella Pusterthal a più livelli, abbraccianti una zona abbastanza ragguardevole. Nelle località venete invece occupano essi una potenza assai esigua ed è forse per questa ragione che non furono ancora riscontrati in molti punti dell'amplissima area di affioramento delle arenarie variegate.

Questa zona delle arenarie a *Myacites* ad onta della varietà delle rocce che comprende, non cessa d'essere assai caratteristica e sufficentemente limitata in tutto il Veneto. Queste rocce si raccolgono sotto tre tipi, i quali si alternano irregolarmente; l'arenaria rossa micacea, le marne rosse più o meno compatte ed i calcari marnosi rossigni, verdastri, grigi, sempre contraddistinti da melme talcose o micacee, che ne rendono splendente la superficie degli strati. Almeno pel Vicentino e pel Friuli può asserirsi che il calcare prevale nelle porzioni superiori, ma nemmeno quivi manca nei piani sottostanti ([1]). Nel Bellunese la forma arenacea è meno frequente; comunissimi i calcari micacei con bellissimi esemplari di *Monotis Clarai* presso Caprile, Cencenighe, Forno di Canale, tra Forni e Dont, in valle di Zoldo e presso Auronzo a S. Caterina e nella valle di Rin. Le *Myacites fassaensis,* in numero sterminato, abbondano sulle lastre di arenaria e di calcare marnoso, così enigmaticamente istoriate anche da quelle notissime impressioni di anellidi (?), oppure solcate dalle evidentissime traccie della ondulazione delle acque. La *Naticella costata* Wism. è meno frequente nelle arenarie che nei calcari micacei. Le altre forme più o meno confuse di bivalvi, quali il *Pleurophorus Goldfussi* Dunk, il *Mytilus eduliformis* Schloth, la *Gervillia Alberti* Münster ecc., sono prevalenti nei calcari, epperciò nella zona di passaggio al Trias medio. Era quindi abbastanza giustificata l'opinione di quei geologi, i quali ascrissero questa zona intera a tale periodo; quali il Loretz, il Curioni ed io medesimo prima di decidermi ad accettare la permicità delle più profonde arenarie di Val Gardena. Anche il sig. Beneche comprese tali strati nel *Muschelkalk* quando espose la nota dei fossili, raccolti a questo livello in varie località delle Alpi meridionali. La *Trigonia costata* Zenk. sarebbe l'unica forma caratteristica del *Roth* tedesco, che sia comune ai *Werfenerschiefer.* I cefalopodi sono la più parte mal conservati e quelli che poterono essere determinati, appartengono agli strati calcari, soprastanti alle arenarie. Il signor Mojsisovics vi enumera quattro specie di *Tirolites*, il *Trachyceras Liccanum* ed il *Norites Caprilensis.* Nessuna di esse permette un avvicinamento sicuro ad alcun livello triasico estraalpino. Se però vi può esser dubbio sui paralleli cronologici, perchè i fossili di questa zona sono in realtà poco varî di specie e male conservati, le continuità dell'affioramento, quale lo ho indicato nella Carta è fuori di ogni discussione; essendo questo gruppo assai facilmente rilevabile per la diversità litologica dai terreni che lo comprendano, comunque voglia interpretarsi, emerge l' unità stratrigrafica di questo livello.

Nel bacino di Recoaro le argille rosse, screziate ricoprono la zona dei calcari

([1]) T. Taramelli, *Catalogo ragionato delle rocce del Friuli.* Atti r. Acc. dei Lincei, 1877.

a *Monotis Clarai* e comprendono degli strati di gesso subcristallino, bianco o grigio, venato. A Caneva, a sud di Rovegliana, il signor Pirona osservò questi strati attraversati da parecchi dicchi di dolerite, i quali più in alto si congiungevano in una colata. Il gesso si ripete nella valle del Rovolone e nella valle degli Storti. In altro punto del Veneto non credo che il gesso affiori a questo livello, sibbene più in alto, specialmente nel Friuli.

Queste arenarie variegate hanno una qualche importanza nell'edilizia siccome pietra di costruzione resistente e di facile lavoro. Ancora migliori poi sono i calcari lucenti di Carnia e specialmente quelli che si estraggono alle falde del monte Terzadia verso Paularo. Le varietà più marnose di questi calcari si prestano anche come pietre da *cemento idraulico* e per tale scopo si cuociono appunto alcuni calcari giallognoli, scavati in questa zona presso Lussnitz nell'alta valle del Fella. Servono altresì le arenarie come *pietre da coti*, specialmente le più compatte ed a grana più minuta; ma per questo uso si scelgono i più acconci ciottoli dalle alluvioni del Tagliamento e dei suoi confluenti.

I migliori punti in cui si possa fare raccolta di fossili di questa fauna sono a mia saputa, oltre gli accennati conosciutissimi del Bellunese, della Val Sugana e del Recoarese, la valle di Pesariis a monte del paese omonimo, il monte Losa verso Sauris, il monte Priva ed il torrente, che sbocca presso Forni di sotto, e gli ampli *talus* dei rivi Furioso e delle Streghe presso Ovaro. Per abbondanza di fossili, però distorti come ho detto, ricordo altresì i dintorni di Pontebba verso il Nassfeld e verso Studena. Per ulteriori notizie su questo piano basilare del Trias alpino e pei confronti con quanto si osserva nel resto del versante meridionale delle Alpi, il lettore può prendere conoscenza di un lavoro monografico del mio amico ed allievo dott. Tommasi Annibale, corredato delle figure delle forme più caratteristiche [1].

CAPITOLO VII.

Calcari e dolomie del Muschelkalk, colle zone di Recoaro e di Zoldo.

Le località che fornirono abbondanti petrefatti di questo terreno sono ancor troppo rare nel Veneto perchè possiamo sicuramente suddividerlo nella nostra Carta in più zone; tanto più se poniamo mente alla molto uniforme litologia del terreno stesso. Sono in generale calcari nodulosi, non molto potenti, neri o giallastri, finamente venati di bianco. Presso Dont, nella valle di Acqua-Bona presso Sapada, a Pietra Tagliata di Pontebba, superiormente alle arenarie variegate presso Auronzo e S. Stefano, prevale un calcare mandorlato a nuclei grigio-scuri ed a cemento giallognolo, che passa ad una breccia policroma suscettibile di buona pulitura. Nel Recoarese sono calcari marnosi, magnesiferi, bruno-giallastri, alternati a marne cerulee bituminose, *con orizzonte a vegetali*; ed in alto con argille brune, estremamente fossilifere. La potenza in generale non è molto grande. Sfortunatamente

[1] Tommasi Annibale, *Monografia del Trias inferiore sulle Alpi italiane*. Con tavole. Mil. 1882, lavoro premiato e pubblicato dalla *Società per le esplorazioni scientifiche*.

i rapporti stratigrafici nella località più interessante di Dont nel Zoldiano, sono quanto si può dire intricati e per di più mascherati dalle frane e dalle morene. Solo si può affermare che dalle arenarie variegate, affioranti quivi e presso Fornesighe, alla zona in cui furono rinvenuti i fossili del Dont e di Val Inferna, che poi furono studiati dai signori Hauer e Mojsisovics, vi è il passaggio più insensibile; e che inoltre con piccolo tratto si entra nella zona dei tufi verdi e degli scisti ad *Halobia*. Nel Recoarese i rapporti sono più facilmente rilevabili per minor disturbo stratigrafico e sono famose le località del sasso della Limpia, Valle Preckele presso i Covoli, Rovegliana, passo della Comonda, Valle Seraggere a nord-ovest di Staro, valle degli Scapuzzi all' ovest di Recoaro, di Rossi verso le Guizze di Schio e valle dell' Orco nel Tretto. I calcari marnosi sono sempre alternati colle argille screziate e la zona fossilifera è appena sopra il piano gessifero, epperò questa litologicamente e geologicamente altera assai poco l' uniformità della formazione triasica recoarese già riconosciuta dal sig. Schauroth. Questi già nel 1855 ([1]) pubblicava descritte e figurate quarantaquattro specie di questo complesso di piani, le quali ricompaiono con poche aggiunte nel catalogo dei petrefatti del Museo di Coburgo (1865). Il signor Benecke aggiunse qualche nuova fórma, mantenendo come il sullodato geologo riuniti al *Muschelkalk* i piani di cui si discorse nel capitolo precedente. Divide i banchi fossiliferi in due orizzonti, l' inferiore caratterizzato dall' *Encrinus gracilis*, il superiore dai brachiopodi e dalle piante. Entrambi questi piani furono trovati assai fossiliferi nella Val Trompia, nelle Giudicarie e nel Trentino dai signori Lepsius, Bitner e Mojsisovics, che ne hanno anche egregiamente studiate le faune.

Quanto alle piante fossili, che si rinvengono nelle marne bituminose, alla base dei calcari grigio-cerulei ricoprenti la zona fossilifera, furono raccolte e determinate in parte dal Massalongo. Illustrate prima dal signor barone De Zigno ([2]), quindi dal signor D. Schenk ([3]), sono: *Echinostachys Massalongi* Zigno, *Taxodites Saxolimpiae* Massal., *Araucarites recubaricusis* Mas., *Ar. Massalongi* Zigno, *Ar. pachyphyllus* Zigno. Il signor Schenk riconduce le araucariti sotto il genere *Voltzia* assai diffuso anche in orizzonti triasici più recenti ed anzi propone la fusione in una sola specie, la *Voltzia recubariensis*. Il sig. Mojsisovics ([4]) osservò come anche le marne rosse superiori, che il signor Schauroth seguendo il Maraschini aveva riferito al *Keuper*, spettassero al medesimo gruppo del Trias medio. Però esse sono identiche a quelle che rimpiazzano ed anche ricoprono in più siti le marne del Raibliano, specialmente nel bacino del Tagliamento. Nè più sicuro sarebbe il riferimento alla dolomia inferiore ed al piano di *Buchenstein* dei superiori calcari, contenenti rarissime diplopore. Prescindendo da questi riferimenti più o meno dubbî, il *Muschelkalk* di Recoaro rimane una specialità delle prealpi italiane che

([1]) Schauroth, *Uebersicht der geognostichen Verhältnisse der Gegend von Recoaro*. Sitz. Ber. k. Akad. der Wissensch. Wien. XVII B. p. 479, 1855.

([2]) De Zigno, *Piante fossili del Trias di Recoaro*, 1862. Memorie del r. Ist. veneto.

([3]) D. Schenk, *Ueber die Pflanzenreste des Muschelkalkes von Recoaro*. Beneke-Beiträge B. II, H. 1. Monaco, 1868.

([4]) Verhandlungen d. k. k. geol. Reichs. Wien. 1876, 10.

fortemente richiama il carattere del terreno medesimo di Germania (il *Wellenkalk*). I fossili più importanti, oltre gli accennati vegetali sono i seguenti:

Zona inferiore

Acroura granulata Ben.
Encrinus gracilis Buch.
Ostrea filicosta Ben.
» *ostracina* Schl.
Pecten discites Schl.
Lima lineata Schl.
» *striata* Schl.
Gervillia costata Schl.
» *mytiloides* Schl.
Modiola triquetra Seeb.
Myophoria laevigata Alb.
» *cardissoides* Schl.
» *vulgaris* Schl.
Pleuromya fassaensis Wism. sp.
Myoconcha gastrochoena Durkr.
Myacites musculoides Schl.
Natica gregaria Schl.
Holopella Schlotheimi Ger.
Serpula recubariensis Ben.

Zona superiore

Encrinus Carnalli Beyr.
Entrochus silesiacus Beyr.
Cidaris lanceolata Schav.
Pecten Albertii Gldf.
Hinnites comptus Gldf.
Lingula tenuissima Br.
Retzia trigonella Schl.
Spiriferina Mentzeli Durkr.
Terebratula vulgaris Schl.
» *angusta* Must.
Rhynchonella decurtata Gir.
Natica Gaillardoli Lefr.
» *dichroos* Ben.
Chemnitzia scalata Schl.
Plurotomaria Albertina Ziet.
Brairdia triasina Schaur.

Il signor Mojsisovics ([1]) accenna all'esistenza di un calcare analogo al *Wellenkalk* alle falde del Cimadodici, verso la Val Sugana; fossili però vi mancano. Più a levante, la forma calcare o dolomitica va sempre più assolutamente sviluppandosi e solo nella valle di Zoldo, e nella confluente Val Inferma troviano i calcari marnosi, nodulosi, alternati colle marne rosse e ricoprenti gli strati di Werfen. Presso Dont furono raccolti alcuni cefalopodi, determinati dai signori Hauer e Mojsisovics ([2]): *Ptychites Dontianus* Hau., *Pt. domatus* Hau., *Pt. Studeri* Hau., *Trachyceras zoldianum* Moj.

Gli strati fossiliferi sono immediatamente addossati alla ftanite verde, che si trova oltrepassato il paese di Dont a ritroso del torrente Maè; la serie però deve giudicarsi arrovesciata. Infatti appena a sud-ovest, presso Zoppe, gli stessi strati sono verticali e diretti a nord; e movendo verso Forno i calcari marnosi, nodulosi veggonsi costituire una bella volta superiormente alle arenarie marnose a *Monotis Clarai* e sprofondarsi verso est nella chiusa di Astragal, sulle pareti della quale è addossata una potente morena. Si è appunto in questi calcari nodulosi, marnosi, a frequenti ma indeterminabili sezioni di bivalvi, che fu aperta una miniera ora abbandonata per estrazione di galena. Appena a levante di Fornesighe, gli stessi calcari nodulosi si accompagnano per breve tratto movendo verso l'altra miniera di galena e di blenda di Val Inferna, presso la frazione di Arsiera. Questo secondo filone è al contatto di una dolomia con alcuni schisti a piccole *Halobia*, nè mi sembra che queste due rocce appartengano al Trias medio, sibbene agli strati di Wengen. Infatti, subito sopra compaiono ftaniti verdi e tufi meno compatti della ftanite,

([1]) Op. cit. p. 46.
([2]) Hauer, *Paläontologische notizen.* Sitzungber. d. k. Ak. d. Wiss. Wien. 24 B. 1857.

che ricopre il calcare fossilifero di Dont. In tal caso la stratigrafia della località sarebbe assai semplificata; nè occorrerebbe ammettere il salto indicato nella Carta del sig. Mojsisovics, il quale salto non è per verità dimostrato da alcuna apparenza esterna lungo i monti Punta, Colduro e Coll'Alto, a nord del passo di Cibiana. Quivi invece si può ammettere una contorsione a C, che nel caso nostro pare più verosimile e spiega assai meglio la ricomparsa dei tufi sopra il calcare metallifero, che possiamo così parallelizzare a quello di Raibl e di monte Rosiana.

È però un fatto che nella massima parte delle Alpi cadorine e friulane, al pari che nei dintorni di Besano e di Brinzio in Lombardia, lo sviluppo delle dolomie a *Diplopora* incomincia appena sopra le arenarie variegate, mediante lenti poco estese, con frequenti giacimenti minerarî e con interstrati marnosi intensamente colorati. Una di tali lenti si trova incurvata come frammento di anteclinale lungo la strada dal ponte di Calloneghe a Caprile; poi la dolomica ricompare a nord di quest' ultimo paese, dove alcuni anni fa si è tentata una ricerca di blenda nel dosso sulla sinistra della strada per Andraz. Dolomitica è pure la natura di questo terreno sulla sponda sinistra della valle di Rin, a nord-ovest di Auronzo, come fu indicato nella Carta dei signori Loretz e Hörnes (in Mojsisovics) e come io stesso verificai, raccogliendovi begli esemplari di *Gyroporella pauciforata* e di lumachelle, con piccole natiche del tipo di Esino e con molti crinoidi.

È molto verosimile che anche le dolomie passanti a calcari neri, bianco-venati, dei monti Tinizza, Cretis ed Arvenis, e gli strati più profondi delle masse parimenti dolomitiche del Clapsavon, del Terzadia del monte Cucco in Carnia, siano da riferirsi a questo piano. Ma i fossili finò ad ora raccolti provengono da frane; compresi quelli che anni sono io spediva al sig. Mojsisovics e che furono da lui giudicati del Trias medio (*Trachyceras Taramelli* Moj. e *Trach. Cuccense* Mojs). Epperò se confortato dall'esempio somministratomi dalla Carta dell' Istituto geologico viennese segno come continuo il terreno in discorso nell'area veneta, confesso in pari tempo che qualora questo si svincoli dalla zona di Werfen, tranne che nel bacino recoarese, rimane involto nella più incerta sfumatura.

Mi sono piuttosto affidato alla litologia, riferendo al Trias medio quei calcari neri, bianco-venati o brecciati, e quelle dolomie a tenui lenti, che trovai direttamente sopraposte alle arenarie variegate; riportandomi ai tipi di questa formazione, osservati prima in Lombardia quindi nei dintorni di Raibl, presso Flitschl e nel tratto della valle del Fella, tra Pietra Tagliata e S. Rocco, sotto Pontebba. I calcari formanti i dossi nudi sopra Villa, presso Lauco e sotto Raveo, vanno del pari almeno in parte riferiti a questa formazione; stantechè riposano direttamente sulle arenarie a *Myacites*, e sostengono dei calcari neri, carboniferi, passanti a marne ed arenarie del piano di S. Cassiano (1). Il tratto da Villa a Cludinico è opportunissimo per dimostrare tutte le sfumature di questo calcare ed il frequente alternarsi del medesimo con marne rosse, quivi sicuramente sottostanti al piano di Raibl; però non

(1) G. Meneghini, *Rapporto sul combustibile fossile di Raveo*, 1836. All' egregio signor Meneghini spetta il merito di avere da molti anni riconosciuta la triasicità di quella formazione carbonifera, ad onta delle complicate relazioni tectoniche e della scarsità dei dati paleontologici e dei confronti stratigrafici che allora si possedevano.

vi raccolsi dei fossili determinabili. Anche la suddivisione proposta dal signor Loretz col suo secondo e terzo piano di questo terreno (quest'ultimo comprendendo la zona delle *pietre verdi* così intimamente congiunte coi tufi di Werfen) non mi sembra accettabile; specialmente per la considerazione che questi tufi accennano più o meno direttamente ad un fenomeno endogeno importantissimo, che probabilmente assai più delle sfumature paleontologiche può stabilire un limite naturale tra il gruppo inferiore ed il gruppo superiore dei terreni triasici alpini. In complesso si può ammettere, almeno sino a quando le idee in proposito siano maggiormente rischiarate da qualche lavoro monografico, che questa zona del *Muschelkalk* veneto corrisponda non soltanto al piano di Brozzo e Marcheno (che il signor Curioni era assai renitente ad equiparare al piano recoarese e zoldiano) ma anche alla massima parte della zona *Trachiceri*, della quale ho constatata la immediata sopraposizione alle arenarie variegate in una gita fatta due anni sono alla classica località di Piazza, in Val Brembana. Vedansi in proposito le conclusioni dello studio dei cefalopodi triasici, condotto a termine dall'egregio sig. Mojsisovics e le equivalenze che egli propose in altro scritto del pari importantissimo nella stratigrafia delle nostre Prealpi [1].

CAPITOLO VIII.

Calcari di Buchenstein. Marne, arenarie e tufi di Wengen. Melafiri e brecce porfiriche. Dolomie infraraibliane più antiche.

I. Gli *strati* di *Buchenstein* devono il loro nome ad una località, che trovasi alle prime origini del fiume Cordevole, sopra Andraz. Quivi si presentano con due membri, legati l'uno all'altro per sfumature e sono: 1° un calcare noduloso grigio, selcifero; 2° un calcare fogliettato, più marnoso. I fossili, specialmente cefalopodi, abbondano nel primo; però sono male conservati ed è soltanto con un parallelismo abbastanza probabile di questo piano con quello di Bakony in Ungheria, con un calcare *Daonella* del Friuli, cogli scisti analoghi della Valle Trompia e con qualche fossile di Recoaro, che si compose una piccola faunula, la quale conserva un tipo del Trias medio, presentando però copia delle daonelle. Ecco le specie notate dal sig. Mojsisovics:

Orthoceras Böckhi Stzb.
Arcestes trompianus Mois.
» *Cimmensis* Mcjs.
» *Marchenanus* Mojs.
» *batyolcus* Böckh.
Ptychites augusto-umbilicatus Böckh.
Sageceras Zsigmondji Böckh.
Lytoceras cf. *Wengense* Hpot.
Trachyceras Curionii Mojs.
» *Reitzii* Böckh.
» *Recubariense* Mojs.
» *Böckhi* Roth.
Trachyceras Lipoldti Mojs.
» *Felsö-Orsense* Stzb.
» *Zezianum* Mojs.
Spiriferina Mentzeli Dunk.
Daonella Taramelli Mojs.
» *badiotica* »
» *tyrolensis* »
» *ungarica* »
» *Böckhi* »
» *obsoleta* »
» *elongata* »
Posidonomya sp.

[1] Mojsisovics E. *Ueber heteropische verhältnisse in Triasgebiete der lombardischen Alpen.* Jahrb. k. k. R. A. B. XXX. 1880.

Senza adottare una tinta speciale per questo piano, che non si è potuto rilevare ovunque al contatto degli strati di Wengen col Trias medio, in molti punti della Carta compare una zona inferiore ai tufi, ed è appunto quella in discorso. Per vero dire litologicamente è poco distinta e perciò merita più numerose osservazioni di dettaglio. Non è nemmeno da escludersi il passaggio della stessa zona alla forma dolomitica nelle aree di massimo sviluppo e di più precoce comparsa delle masse coralline; quantunque anche per confessione del signor Mojsisovics manchi la conoscenza delle forme caratteristiche di questa *Riff-Facies.* Sarebbe mai questo il posto del tanto contrastato calcare d'Esino e di Lenna in Lombardia? Anche recentemente feci una escursione ad entrambe le località e specialmente nella seconda avrei raccolto delle prove o per lo meno dei forti indizî che questa soluzione, intraveduta anche dai geologi austriaci, si presenti come la più ragionevole in una controversia, cui io non perdetti giammai di vista, sebbene ragioni giustissime mi sconsigliassero dal trattarne io; mentre il mio egregio maestro, il quale ebbe il merito di aver illustrata e quasi del tutto scoperta la fauna d'Esino, e d'averne intravisti, anzi affermati i rapporti di somiglianza colla fauna infraraibliana di Hallstadt, poteva e potrà nuovamente occuparsene. Ciò dico per distruggere l'idea, in cui può esser tratto chi legge talune recenti memorie del sig. Gümbel ed il libro del sig. Lepsius, che proprio si fosse noi affatto allo scuro sui rapporti tectonici delle vicinanze di Lecco e di Varenna.

II. Quanto al piano di *Wengen,* che potremmo chiamare anche dell'alto Cordevole, o della valle di Aupa o del Degano, oppure meglio della Valle Brembana, qualche anno fa veniva confuso cogli scisti ad *Halobia* (*Daonella*) dai quali lo distinsero prima lo Stur ([1]), poscia il sig. Mojsisovics nell'importante Memoria sulla membratura del Trias superiore delle Alpi orientali ([2]) e meglio ancora nel più recente lavoro ([3]) sulla equivalenza delle varie *facies* litologiche e paleontologiche di questo terreno; nel quale lavoro vediamo i germi delle teorie, che poi sviluppate ed appoggiate con numerosi dati, compaiono nell'opera principale più volte citata. A questo livello le sostituzioni della dolomia alle marne od alle arenarie avvengono nel modo più evidente ed a varî livelli; tanto da sconsigliare qualunque affrettato parallelismo tra località tra loro appena un poco lontane. Ai margini delle lenti dolomitiche vediamo frequentemente una alteranza di regolari strati di calcare o di dolomia con tenui interstrati di marna, che si soprapone alle masse delle dolomie compatte, senza apparente stratificazione, rappresentanti il massimo sviluppo degli organismi litogenici, animali e vegetali. Oppure stanno delle formazioni aggregate, a grossi frammenti di calcari (*Blökformige Riffkalke*), delle quali si vedono taluni saggi anche nel Bellunese presso ai monti Carnera, Framont, Coldai, Najarnola, ed il più istruttivo esempio si ammira al sasso Pitschi, nel gruppo dei monti Pordoi, a nord-ovest di Araba.

Le marne e le arenarie hanno un aspetto molto somigliante al *Flysch* e si alternano ripetutamente, con potenza talora ragguardevolissima; come si osserva specialmente nell'alta valle di Zoldo e sotto il piano fossilifero di Prelongei, presso

([1]) Jahrbuch k. k. d. g. R. A. 1868.
([2]) Ibidem, 1869, p. 91, 150.
([3]) Ibidem, 1874, p. 81, 134.

S. Cassiano. In generale sono privi di avanzi organici. Gli scisti conterebbero secondo il signor Mojsisovics rarissimamente la *Daonella Lommeli.* Le arenarie sono assai frequentemente cosparse di avanzi carbonizzati ed è probabilissimo che alla porzione superiore di questo livello corrispondano i depositi di antracite della Carnia e del Cadore e le arenarie a *Pterophyllum Jaegeri* Br. della valle dell'Aupa. Ma evidentemente, se le lenti dolomitiche rappresentano degli isolati banchi corallini e si allineano a parecchi livelli in questa zona di Wengen, anche i depositi di filliti e di combustibile, necessariamente esigui, si saranno formati a varie epoche nell'area dell'arcipelago corallino. Nella stessa guisa la serie terziaria dal Vicentino, a questa di cui parliamo per più rapporti comparabile, offre più livelli lignitici, alternati con calcari ricchi di madrepore, che poi si avvicendano con colate basaltine. Perciò se noi esaminiamo successivamente le principali località con antracite triasica del Veneto, quali sono il passo di Coldai e ad un chilometro più a sud, oppure la valle di Zoldo, lungo la salita alla forcella Forada verso Valle Fiorentina, la miniera di Grigna sopra Auronzo, a quelle di Raveo ([1]), Cludinico, Lauco e Vinajo in Carnia, noi troviamo anche a brevissima distanza diversità notevole nella potenza e nella natura litologica delle rocce incassanti il combustibile. A contatto coll'antracite sonvi generalmente dei calcari marnosi, più o meno compatti, bituminosi, rappresentanti la fanghiglia di quelle umide foreste, che coronarono le ristrette isole coralline ed erano destinate a presto scomparire sotto le onde marine ed a venir sepolte sotto strati di materiali dispersi dalle correnti o formati dagli organismi secretori di calcari. Nella seguente lista delle specie caratteristiche di questo piano è degna di nota la *Pachycardia rugosa,* forma raibliana, che ci avverte non esser non molto lontani da quel livello, che può assumersi come direttivo dello studio del Trias superiore nelle prealpi italiane. Ecco le specie:

Arcestes tridentinus Mojs.	*Trachyceras Credneri* Mojs.
» *subtridentinus* »	» *doleriticum* »
» *Böckhi* »	» *Neumayeri* »
» *pannonicus* »	» *judicarium* »
Pinacoceras daonicus »	» *Regoledanum* »
Sageceras Walteri »	» *Corvariense* »
Lytoceras Wengense Klip.	» *Arpadis* »
Trachyceras ladinum Mojs.	» *Szaboi* Böckh
» *Archelaus* Lambe	» *epolense* Mojs.
» *pseudo-Archelaus* Böckh	*Pachycardia rugosa* Hau.
» *laricum* Mojs.	*Daonella Lommeli* Wis.

([1]) Della miniera di Raveo in Carnia fu pubblicato come si disse, un pregevolissimo scritto sin dal 1846 del prof. Meneghini, in cui si mostrava la inferiorità di quel deposito a delle marne variegate e quindi la probabile spettanza al Trias medio. In seguito io per aver trovato esemplari di *Myophoria Kefersteini* nel calcare marnoso alla chiusa di Muina e negli scavi per altra miniera in analogo deposito presso Lauco, riferiva il deposito al raibliano; ma ulteriori osservazioni sul Trias carnico mi fanno sospettare che la comparsa di quella specie sia avvenuta nel piano di S. Cassiano e quindi riterrei alquanto più antico il livello di quei depositi antracitici; sempre però superiormente agli strati a *Daonella Lammeli.*

Posidonomya Wengensis Wis.
Equisetites arenaceus Bgt.
Calamites arenaceus Auct.
» *Meriani* Bgt.
Neuropteris cf. *Rutimeyeri* Her.
» cf. *Gaillardoti* Bgt.
» cf. *elegans* Bgt.
Sagenopteris Lipoldti Stur.
Pecopteris triasica Her.
» *gracilis* Her.
Chiropteris Lipoldti Stur.
» *pinnata* »
Thinnfeldia Richthofeni »
Voltzia sp.
Pterophyllum giganteum Schenk
» *Jaegeri* Br.
Asplenites Roeserti Münster
Danaeopsis marantacea Pressl.
Taeniopteris sp.
Lycopodites sp.

I vegetali furono raccolti all'alpe di Corvara, appena fuori dei confini del Bellunese e ad Idria, in Carniola. Belli esemplari di filliti io raccolsi anche presso Beorchians e verso le casere di Aupa, in val di Moggio; taluni steli di calamiti presso Avaglio e Lauco sono metamorfosati in pirite e pur troppo questo solfuro è abbondante nel combustibile di Cludinico.

Superiormente al suaccennato livello del Trias medio, sino all'orizonte raibliano evvi qualche speranza di trovare faune distinte per varietà di tipi più nelle dolomie che nelle marne; essendochè sotto il ricovero della Marmolata, anzi tra i materiali stessi escavati per costruire questo ricovero, io raccolsi alcuni piccoli gasteropodi oltre ad ammonitidi prossimi alle forme di Wengen. Tra i fossili raccolti nella stessa località dai sig. Klipstein e Zittel, il sig. Mojsisovics avrebbe accertato la presenza del *Lytoceras Wengense.* Il mio amico prof. Marinoni ha raccolti nuovi fossili al monte Terzadia ed al monte Cucco e questi potranno portare qualche luce sopra il dubbio che tuttora rimane, sulla precisa posizione dei gasteropodi ch'io raccolsi tra le frane nella stessa località. Il materiale di studio che si è potuto radunare sino ad ora è scarsissimo ed il rilievo di questa zona nell'area carnica e cadorica fu eseguito in base a criterî stratigrafici e litologici.

Ciò non pertanto ho fiducia che tale rilievo sia abbastanza esatto ([1]); poichè appunto a questo livello degli strati di Wengen compare un complesso di rocce vulcaniche (eruttive oppure di rimpasto immediato) le quali hanno una fisonomia caratteristica e corrispondono al periodo più recente del vulcanismo norico nella valle di Fassa, di cui si è fatto cenno nel primo capitolo. Sono i cosidetti melafiri o porfidi augitici o porfiriti o microdiabasi del sig. Lepsius, col loro accompagnamento di tufi augitici, di amigdaloidi, di conglomerati calcareo-porfirici, di ftaniti verdi e di marne variegate, che qua e colà ricordano la forma litologica tipica del *Keuper.*

Esaminai con qualche attenzione i dintorni del lago di Alleghe, la valle di Garès, il colle di S. Lucia, il monte di Col di Lana alle origini del Cordevole, i dintorni di Sappada nel Comelico e quelli di Kaltwasser, a nord di Raibl; cioè le regioni di massimo sviluppo delle rocce vulcaniche di questo periodo, e non rinvenni alcun sicuro esempio di dicco melafirico, così nelle arenarie come nelle rocce calcari dei periodi anteriori. Nel mentre che nel Vicentino le iniezioni della roccia

([1]) Qui si accenna non alla piccolissima Carta che si è potuto pubblicare, ma a quella presentata alla r. Accademia, nella quale appunto con tratteggi erano indicate le varie equivalenze e si delineava con qualche precisione l'andamento dei terreni, sommariamente descritti in questa Memoria.

melafirica, interpretate già come dipendenti dalle eruzioni basaltiche, furono per tempo osservate in parecchi punti, attraverso le zone protozoiche e mesozoiche. Il sig. Maraschini chiamava *mimosite* la roccia di questi filoni ed a ragione accennava la importanza della località detta il Molino di sotto, presso Recoaro, dove vengono a contatto filoni di diversa epoca; o per lo meno era l'uno già consolidato quando si iniettò il secondo. Così egli descrive e raffigura la alternanza ripetuta di questo melafiro coi calcari triasici al *Soggio morto,* nella valle del Prechele, e dà parecchi esempî del vario modo di dispersione degli accennati filoni nello scisto talcoso. Non credo ancora dimostrato che tutti questi filoni sieno riferibili ai melafiri del periodo norico; al quale periodo indubbiamente appartengono le colate alternate coi calcari nella valle di Prechele. Indubbiamente norici sono del pari i melafiri di Staro e del monte Spitze nonchè quelli del Tretto; i quali ultimi presentano una varietà resinitica, descritta recentemente dal sig. Lepsius. Secondo questo autore tale roccia presentasi in filoni attraverso le arenarie variegate sotto Reghellini, sul pendio sud-est del monte Schiapaore verso Ruan. Altro filone della roccia stessa attraversa presso Marsigli, sotto S. Catterina nel Tretto occidentale, un marmo bianco, che forse appartiene al piano di Wengen. Il nucleo principale giace però presso S. Ulderico, nell'alta valle dell'Orco; e quivi la roccia cristallina è accompagnata da tufi verdi, felsitici, analoghi alla *pietra verde.* Superiormente sono calcari neri con *Gyroporella triasica* Schaur.

Poco attendibili, riguardo alla cronologia, sono i riferimenti contenuti nel lavoro del sig. Lessaulx sulle rocce eruttive del Vicentino [1]; essendochè questo autore riferisce in complesso al *Keuper* quelle marne rosse, che ricoprono gli strati fossiliferi del Trias medio, ed al Lias la dolomia che sopra essi riposa e che va riferita nei suoi piani più profondi al piano di Wengen. Prescindendo da siffatto errore, le particolarità, che egli somministra riguardo alla composizione chimica e mineralogica di queste rocce eruttive del piano norico, sono degne di rimarco e quindi interessa di qui compendiarle; omettendo il porfido ortoclasico senza quarzo presso Pieve, di cui l'epoca pare più antica di quella dei melafiri.

Melafiro della Tesa presso S. Giorgio. La roccia è verde-grigiastra con amigdale riempiute di silice, di calcite, di litomarga e di clorite terrosa. Nelle lamine sottili si riconosce un feldispato triclino, talora con augite e magnetite. È assai decomposta e molto idratata; ha il peso specifico di 2,783 e contiene 54,23 p. c. di acidosilicico.

Porfirite delle Guizze di Schio. Manca di augite, alla quale si sostituiscono bei cristalli di orneblenda, notevolmente dicroici; evvi pure abbondante la clorite in scaglie e filamenti aggregati. I feldispati sono rari, nè manca l'ortoclasio. Il peso specfico è di 2,67; la composizione chimica come segue:

SiO^2	=	60,86
Fe^2O^3	=	7,91
MgO	=	1,69
NaO	=	3,92
Al^2O^3	=	14,62
CaO	=	3,18
KO	=	3,26
CO^2	=	2,11
H^2O	=	2,95

[1] Zeitschr. der d. geol. Gesellsch. Berlin, 1873. B. XXV.

Contiene tracce di Mn e Li. Dedotti i carbonati, la proporzione dell'acido silicico è del 64 p %.

Peperite retinitica del monte Frisa, da Schio a Recoaro. Ha una costituzione affatto caratteristica. Numerosi cristalli di feldispato e di orneblenda; fogliette isolate di mica giaciono irregolarmente in una pasta ora compatta ed ora vetrosa. Pezzi di altre rocce in essa racchiusi ed anche ciottoli più compatti della stessa costituzione danno a questa roccia l'aspetto di un vero peperino indurito. Se la pasta non fosse in così piccola quantità in confronto dei cristalli e dei ciottoli che vi sono racchiusi, potrebbe dirsi un porfido retinico. I cristalli appariscono ad angoli completi ed in verun modo logorati. Le lamine sottili mostrano ad evidenza la pasta vitrea e monorifrangente della roccia. Si vedono inoltre numerosi pori allungati, piccolissimi, riuniti tra loro in serie.

I componenti della roccia, tanto amorfi che cristallini, si insinuano in masse irregolari nella pasta, prevalentemente vitrea. I cristalli di orneblenda sono per lo più ravvolti in una sostanza cloritica, oppure completamente cangiati in clorite, di cui gli ammassi raggiati riempiono il vuoto dello scomparso cristallo. Prevalgono i feldispati triclini. Sonvi sferule silicee a struttura concentrica.

Il peso specifico è di 2,49; la composizione come segue:

SiO^2 = 64,31
Te^2O^3 = 2,25
MgO = 1,13
NaO = 5,32
Al^2O^3 = 15,81
CaO = 2,32
KO = 3,53
H^2O = 4,81

Porfido di Fongara. In una pasta simile ad argilla sono sparsi dei cristalli rossicci di un feldispato decomposto; per lo più con un nucleo giallo. Raramente altre forme di feldispato caolinizzato. Sono numerose le fogliette di mica nera; per contro è scarsa l'orniblenda. Come la precedente, ha struttura conglomerata per nuclei della roccia stessa più compatta e presenta amigdale di calcedonia. In lamine sottili la roccia conserva una traccia di struttura fluidale. È roccia assai alterata, in origine ricca di acido silicico. Il peso è = 2,586; la composizione come segue:

SiO^2 = 64,78
Fo^2O^3 = 5,46
MgO = 1,20
NaO = 0,83
H^2O = 3,86
Al^2O^3 = 14,44
CaO = 2,35
HO = 4,63
CO^2 = 2,82

Porfido resinitico della Rasta, presso Recoaro per Fongara, in filone attraverso il calcare. È associato ad una roccia cristallina assai decomposta, pur essa con pasta resinitica e con cristalli in origine feldispatici. Il porfido hauna pasta vitrea, nera, a frattura concoidale, contenente numerosi cristalli decomposti di feldispato giallognolo,

numerose fogliette di mica assai lucenti e grani di quarzo grigio. Per abbondanza di mica mostra questa roccia uno stretto rapporto con quella di Fongara, colla quale sembra collegata topograficamente.

In lastre sottili, la massa trasparente e bruna mostra una bellissima struttura fluidale, con ondulazioni che circondano i cristalli isolati. I punti che segnano questa struttura fluidale sono pori, di cui i più grossi mostrano un allungamento nel senso della corrente. I feldispati sono triclini e monoclini; l'orniblenda è scarsa ed in piccoli cristalli; probabilmente la sostituisce un minerale diallagico però non dicroico.

Il peso specifico è di 2,416; la composizione è la seguente:

SiO^2	=	62,02
Al^2O^3	=	16,16
Fe^2O^3	=	5,25
CaO	=	5,29
MgO	=	0,94
KO	=	1,18
NaO	=	2,92
CO^2	=	1,08
HO	=	4,91

Sopra questa resinite della Rasta somministrò un'analisi chimica ed alcune particolarità microscopiche il Gümbel; ma corrispondono quasi perfettamente alle presentate del Lessaulx (¹).

Ignorasi la giacitura di un *gabbro*, composto di feldispato triclino con diallagio verde-grigio, della valle dei Signori, superiormente alla valle di Serpa. La proporzione dell'acido silicico toccherebbe appena il 50 % ed il feldispato sarebbe labradorite. La roccia contiene anche granuli sciolti o riuniti in filamenti di sostanza serpentinosa, forse in origine costituiti di olivina.

Le rocce eruttive del periodo norico nelle Alpi cadorine ricordano per composizione mineralogica quelle dei dintorni di Predazzo e ponno raccogliersi sotto la denominazione di porfidi augitici. Riporto in sunto la descrizione che dei principali tipi di queste roccie espone il signor Richthofen nella classica sua opera (²).

Il porfido augitico nel suo aspetto caratteristico, come si presenta alla Seisser Alp, è una roccia basaltica con una pasta compatta e con cristalli di augite e di labradorite. I cristalli augitici raggiungono sei a dieci millimetri di lunghezza, quelli di labradorite sono molto più piccoli ma più numerosi. Inoltre vi è finamente sparso il ferro titanato. Il peso specifico di queste rocce è quasi come quello del basalto (2, 9 - 3, 1). Molte varietà sono costituite dalle varie proporzioni di questi elementi o dalla comparsa di cristalli di oligoclasio e queste ultime sono frequenti anche nel Bellunese, sulle sponde del lago d'Alleghe e più ancora nella valle di Garès. Nei dicchi attraverso le più antiche formazioni dolomitiche spesso si osservano anche varietà con orniblenda, che però non mancano nel Bellunese anche nelle colate potenti e ripetute, alternantisi coi tufi nell'ultima località, appena sopra la frazione di Garès. Quivi osservai dei bei campioni di roccia, nei quali i cristalli di oligo-

(¹) Vedi *Geognostiche Mittheilungen aus den Alpen.* 287 Sitz. Ber. Ak. Wiss. Monaco, 1876.

(²) F. Richthofen. *Geognostiche Beschreibung der Umgegend von Predazzo* etc. Gotha. 1860, p. 128 e seguenti.

clasio avevano un nucleo assiale di augite decomposta; e presso Alleghe rinvenni dei porfidi a grossi cristalli di oligoclasio geminati, in una pasta rossastra microcristallina. Questi probabilmente si devono riferire ai melafiri, che il Richthofen ed il Mojsisovics considerano più recenti, sebbene la composizione litologica non ne sia molto diversa da quella di taluni porfidi augitici; essi però attraversano di fatto tanto i veri porfidi augitici quanto la sienite dei Monzoni, il granito tormalinifero e buona parte dello spessore delle masse dolomitiche.

Manchiamo pur troppo di analisi delle analoghe rocce del Bellunese dove ve ne sono di distintissime. Nelle vicinanze di Alleghe come già osservarono il Fuchs ed il Loretz, si può vedere una serie assai interessante di strati, partendo dalle arenarie a *Myacites*, che affiorano nel mezzo di una anticlinale presso al ponte di Calloneghe. Inoltre evvi anche uno sconcerto secondario, pel quale taluni strati del Trias medio sono incuneati nella massa centrale di queste arenarie, affiorante per erosione. La quale serie io espongo come la rilevai due anni or sono, tenendo calcolo anche delle osservazioni precedenti degli altri autori.

Attraversando la colossale frana del monte Spitz, scoscesa nel 1771 e che fu cagione che si formasse il lago di Alleghe, si vede come nella sua porzione meridionale essa consti principalmente di calcari più o meno dolomitici, marmorei, con spongiari e traccie di gasteropodi; mentre verso nord, ove prevalgono i massi staccati dalla porzione più profonda della montagna (e quindi quegli strati più antichi che ancora denudati e franosi veggonsi incombere al pendio inclinatissimo) si hanno calcari brecciati, tufi, argilloscisti, blocchi di calcare a *Gyroporella* e pietre verdi. Si ha così la prova che il distacco avvenne presso il contatto della massa di calcare di Wengen colla zona dei tufi, stendentesi in basso sino al piano di Buchestein. Tufi e calcari di Wengen costituiscono poi, per quanto si può scorgere ad onta della copiosa vegetazione, la sponda destra della valle sino di fronte al Caprile. Invece lungo la strada che costeggia a levante prima il lago, quindi le alluvioni che lo hanno ricolmato a monte, si nota appena fuori del paese di Alleghe un tufo a cemento arenaceo calcare, con trachiceri, con chemmitzie e con crinoidi, che si appoggia ad un conglomerato a grossi frammenti di melafiro.

Seguono banchi calcari estremamente contorti, nodulosi, selciferi; poi una lente della potenza di 30 metri di dolomia grigia, aspra, con male conservate giroporelle. Questa si estende sin oltre la estremità settentrionale del lago. Deve appartenere alla base del Trias medio, perchè poco oltre passa alle arenarie a *Myacites*, e queste sono fortemente sollevate e compresse tra l'accennata dolomia che è con esse ripiegata e che le abbraccia nell'angolo di curvatura. Una tenue massa dolomitica chiude infatti più a tramontana l'affioramento delle arenarie rosse, di fronte al ponte di Calloneghe. Più oltre ripiglia la zona dei tufi e dei conglomerati, questa volta con aspetto più porfiroide che nella gamba meridionale e con interstrati di rocce cristalline di aspetto doleritico. Nei conglomerati osservai dei frammenti di *felsite* a grossi cristalli ortosici, che non vidi giammai in posto in questa formazione.

Seguono calcari e calcoscisti assai contorti, con interstrati tufacei con *Posidonomya Wengensis*, alternati con qualche banco ad encriniti; quindi una dolomia analoga a quella della porzione meridionale del monte Spitz si accompagna sino alla

conoide di frana che sta sotto Caprile. Però questa massa dolomitica è isolata, come immersa nei tufi, i quali si ripresentano al paese di Caprile con belle geodi di calcite e di stilbite. Tutta la serie a nord del ponte di Calloneghe, che forma la parte settentrionale della volta, è a strati verticali; a sud del ponte regolarmente inclina a nord.

Se noi ci portiamo all'estremità orientale della provincia bellunese, troviamo presso Cima Sappada una serie molto diversa; quantunque quivi siano non meno sviluppate le rocce di rimpasto immediato. Precisamente a Cima Sappada, ove il sentiero discende per Forni Avoltri, evvi la diabase accennata già dallo Stur. Questi a torto le considerava dipendente dalle arenarie variegate, che compaiono soltanto a metà della discesa in valle di Acqua-bona. Già quivi si scorge il passaggio della detta diabase alla ftanite verde, con essa alternata in tenui banchi. I cristalli deformati della roccia eruttiva si sfumano confondendosi colla pasta e la roccia assume un aspetto omogeneo; la stratificazione, che pur si avverte anche nella diabase, si fa più manifesta, anzi la *pietra verde* è tutta zonata a varie gradazioni di tinta e di compattezza. Si direbbe un cenerume vulcanico, deposto sott'acqua in strati abbastanza distinti e che questi poi siano stati fusi e saldati da un cemento siliceo, il quale abbia indurito la roccia.

Scendendo verso Forni Avoltri, sotto una tenue zona delle dette arenarie di Werfen si trova la formazione gessifera, quindi il Servino. Se invece rimontiamo la prossima valle di Sesis, allo sbocco del torrentello che in questa scende dal monte Hobolt e precisamente al molino a nord della frazione di Cima Sappada, troviamo in posizione verticale le dette *pietre verdi* alternate coi calcari nodulosi, straordinariamente contorti. Più a monte, le ftaniti ripigliano il sopravento e si fanno porfiroidi; costituendo il cemento di un conglomerato a *frammenti calcari per nulla alterati*. Ciò dimostra che quelle non ponno in alcun modo considerarsi come magma eruttivi, paragonabili alle lave attuali. Quivi i conglomerati a cemento ftanico sono oltremodo sviluppati sino a sud di Lombise, ove posano sulle arenarie variegate, che là come nella massima parte del bacino carnico si alternano sempre con rocce calcari.

In questo lembo orientale della provincia bellunese noi troviamo quindi uno sviluppo considerevolissimo delle rocce, che probabilmente si depositarono a qualche distanza dai centri eruttivi del periodo norico, ed i tenui banchi di diabase sono gli unici rappresentanti delle lave. Troviamo inoltre che tra la formazione delle *pietre verdi* e la zona di Werfen mancano le dolomie del *Muschelkalk,* assai sviluppate nel Cadore e nell'Agordino presso Livillalongo, Araba ed Andraz.

Altra regione in cui il piano dei tufi di Wengen manifesta uno sviluppo considerevole con qualche specialità di roccia porfiritica, è il bacino del torrente Aupa a nord di Galizzis sin verso al passo omomino, ed a levante oltre il passo del Grifon sino al rio Vintulis, confluente nel Chiarsò sotto Dierico. Quivi la roccia melafirica agordina e tirolese manca assolutamente. Invece troviamo, alla base delle arenarie a *Pterophillum*, poderosi banchi di una brecciola porfiroide, di aspetto assai gradevole, costituita da una mescolanza di porfidi felsitici analoghi a quelli notissimi di Kaltwasser con un cemento, credo del pari eruttivo, di una diabase a cristalli

imperfetti o deformati, di colorito verde chiaro, a macchie biancastre. Osserverò pertanto che con insensibili passaggi questa brecciola, non meno della diabase di Cima Sappada, passa a banchi potenti di pietre verdi; e che questi, a prova della loro origine esogena, contengono *fuscelli carbonizzati*, quali mi venne fatto di raccogliere presso Beorchians. Questa brecciola è sviluppatissima sotto la Costa di Landri ([1]), ed è accompagnata da arenarie micacee grigiastre, assai ricche di vegetali. Per la posizione stratigrafica, cioè per la sicura inferiorità delle arenarie in discorso rispetto alla dolomia metallifera di Galizzis, alla sua volta inferiore al raibliano di Dordola, nella medesima valle dell'Aupa, il livello di quelle arenarie può delimitarsi con sufficiente sicurezza. Per conseguenza viene stabilito pur quello delle sottoposte brecciole eruttive di Costa Landri e del rio Vintulis. Esse equivalgono alle rocce che sostengono la dolomia metallifera del Königsberg a nord di Raibl.

Nè meno chiari sono i rapporti stratigrafici della roccia medesima, che si incontra assai sviluppata passando dalla valle di Dogna a Malborghetto pel passo di Bieliga, presso le casere omonime; e di quelle altre che si osservano nella Valbruna (Wolfsbach) alle prime origini del Fella, appena sotto la dolomia dell'Heiligenberg e del Mittagokofel. Quivi siamo prossimi al giacimento di porfido felsitico, brecciato di Kaltwasser a nord di Raibl, sul quale scrissero Morlot, Stur e lo Tchermark ([2]), dandone questi l'analisi chimica, che dimostra come la roccia abbia una composizione non molto differente dai porfidi rossi, luganesi e tirolesi ([3]); quindi assai più acida dei melafiri cadorini e vicentini. Il signor Tchermarck però manifesta il dubbio che questa breccia felsitica di Kaltwasser sia una roccia di rimpasto, fatta a spese di una colata più antica e la dice in relazione colle arenarie variegate. Avendo io ripetutamente esaminata la località, posso escludere ogni rapporto con queste arenarie, essendovi di mezzo i calcari nodulosi a *Terebratula vulgaris*. Credo anche di poter affermare che si tratta di una formazione in posto, potente almeno 40 metri presso la confluenza della valle di Kaltwasser nella Gailitza e che si estende per circa tre chilometri nella prima di queste valli; compresa tra tufi verdastri ed arenacei, nei superiori dei quali furono raccolti il *Trachiceras Carinthiacum* Mojs., il *Pterophillum Gümbeli* Stur e l'*Equisetites arenaceus*. Superiormente il calcare metallifero separa il gruppo di Wengen dagli scisti ittiolitici di Raibl, nei quali con tutta probabilità trovasi l'equivalente del S. Cassiano.

Veniamo ora alle masse dolomitiche, insinuate a vario livello con estensione svariatissima e con diversa potenza nel sistema degli strati di Wengen; a quelle formazioni quindi, che hanno per noi una grandissima importanza, perchè dimostrano

([1]) Saranno quasi quindici anni che io, a mezzo del signor prof. Stoppani, spediva al signor Schenk un bel materiale di studio su questa flora; ma non ne seppi più nulla sebbene mi consti che l'egregio paleofitologo tedesco abbia ricevuto quei campioni, unitamente a molti altri fossili vegetali del Museo di Milano. Ecco uno dei casi, che dimostrano quanto vantaggioso sarebbe un istituto geologico e paleontologico, al quale coloro che studiano sul terreno potessero inviare i materiali raccolti per averne lume e direzione nei rilievi.

([2]) Tchermarck, *Ueber der Raibler-Porphyr.* Sit. Ber. k. Ak. der Wiss. 411 B. p. 436, 1863.

([3]) T. Taramelli, *Sulla determinazione cronologica dei porfidi luganesi*, Rend. d. r. Ist. lomb. 1° aprile, 1880.

la più chiara equivalenza con depositi eteropici e pel loro ufficio orogenico, che si traduce nel carattere di paesaggio posto in rilievo nel primo capitolo.

Qui mi sembra opportuno di esporre in succinto la teoria dei *Riff* dolomitici, che trovò già tanti argomenti favorevoli nell'area cadorina ed alla quale tornano molto favorevoli anche i fatti da me rilevati nell'area carnica e posteriormente anche nella Lombardia. Argomenti per lo più stratigrafici; poichè bisogna convenire che le tracce determinabili di tante generazioni di viventi sono scarsissime, in causa delle modificazioni molecolari avvenute nella roccia da essi segregata.

Secondo il sig. Mojsisovics, all'epoca degli inferiori strati di Wengen, cioè dei tufi doleritici, si formarono le seguenti masse coralline:

1. Una occidentale dallo Schelern al Pizzo di Sagron, che protendeva verso mattina due penisole in corrispondenza della Marmolada e del monte Alto di Pelsa.

2. La massa degli Geissler-Spitze e del Peitler-Kofel, ad est di Klausen.

3. La massa del Hochalpe.

4. La massa di Sexten, tra Toblach ed Auronzo, protendentesi nel Comelico. Essa manda, a mio avviso, qualche ramificazione nella valle di S. Cassiano. Aggiungerò una quinta massa, che mi pare sicuramente incominciata appena dopo il piano di Buchenstein, cioè:

5. La massa del monte Clapsavon, sopra Forni di sopra, nel canale di Socchieve. Oltre queste masse periferiche, eranvi poi isolotti nel golfo da esse compreso, i quali corrispondevano al Langkofel presso Araba ed al monte Carnera, a nord-est di Selva, nell'Agordino.

Partendo da questi centri, lungo il periodo di Wengen ed in parte dal seguente periodo di S. Cassiano, le masse di calcare coralligeno andavano siffattamente sviluppandosi, non solo in altezza ma anche in estensione, che sullo scorcio del periodo di S. Cassiano la massa della Marmolada erasi fusa con quella del monte Carnera, e questa, circondando a settentrione l'area zoldiana, aveva attinto il *Riff* di Sexten. Di esso avrei riscontrata pel Comelico la continuazione nei monti Lungherino, Rinaldo ed Hobold, e per la Carnia nella bella catena dei monti Siara e Tuglia, alla base della massa dolomitica del monte Sernio e delle Crete Serniate e sino agli ultimi confini delle Alpi, nelle masse del Mittagskofel, del monte Santo e del Königsberg di Raibl.

A settentrione della massa della Marmolada erasi del pari estesa la massa dei monti Sella ed uno stretto canale separava l'una dall'altra. In questo canale viveva, secondo le idee del geologo austriaco, localizzata la fauna di *pigmei,* che rese famoso l' oscuro villaggio di S. Cassiano. Il canale era pur esso ingombro di masse meno sviluppate di coralli; ad una di queste, che avanza alle falde occidentali del Set-sass, fu dato il nome di *Riff di Richtofen*, in onore del primo geologo che esternasse l'idea dell'origine delle dolomiti carniche per opera dei coralli. Anche la massa dei Geissler-Spitze si estese d'assai appena più a nord e quasi toccò la massa del monte Sella e quella di Sexten.

Quanto alla potenza di queste masse dolomitiche per cadaun periodo, poco possiamo dire per la lamentata scarsità di fossili, essendo difficile il riportarle sicuramente al piano dei tufi od a quello delle arenarie a marne sopraposte, continuantesi

sino all'epoca degli scisti ittiolitici di Raibl. La potenza complessiva nella massa centrale fu certamente considerevolissima, come nella Marmolada e nella catena del Cimon della Pala. Una sommersione probabilmente non uniforme su tutta questa area aumentò la irregolarità dell'accrescersi nelle singole masse e nelle loro propagini ed andò mano mano spostando le aree delle formazioni detritiche, coeve alle coralline; le quali assai bene si vedono insinuarsi nelle masse dolomitiche, specialmente nei gruppi del Cadore e della Carnia, nei monti sopra Auronzo e nella catena del monte Clapsavon.

Queste masse presentavano al loro contorno una espansione fungiforme, corrispondente all' epoca di massimo accrescimento (*Riffböscung*); espansione che fu esposta maggiormente alle forze erosive e quindi difficile a constatarsi al presente. Tuttavia se ne hanno bellissimi esempî nel versante dello Schlern verso Cipit, nel Rosengarten verso la valle di Uldai, nei monti di Sella verso il Pian dei Sass ed all' alpe Bovai, al M. Framont di Agordo e nel versante nord delle Palle di S. Lucano.

Evidentemente le masse coralline così formatesi, e per essersi in origine localizzate sulle eminenze sottomarine e per esser più rapidamente cresciute in confronto ai sedimenti eteropici contemporanei, e per aver resistito alle erosioni meglio di questi perchè più compatte, tuttora emergono nella orografia attuale; specialmente nell'area dell'Agordino, ove le formazioni triasiche, come si disse, sono sollevate sotto curve non molto pronunciate.

Inoltre quelle masse coralline, flagellate dalle onde, vennero al loro perimetro contornate da sedimenti aggregati, con grossi blocchi, dei quali già si è detto (*Die blökformige Riffkalkalk*); oppure sulla inclinata parete del banco corallino, che era per sparire sotto le formazioni eteropiche durante il lento abbassamento, adagiavansi con più sentita inclinazione altri banchi calcari a stratificazione più distinta e più fissa (*Uebergüss-Schichtung;*) del quale fatto offrono in area veneta begli esempî il monte Framont, a nord di Agordo ed il passo di Fedaja, a nord della Marmolada. Alcune volte questi due modi di struttura si combinavano nella stessa località come si osserva al piano dei Sass, al monte Bovai, al Sasso Pitschi, al monte Coldai ed al detto monte Framont.

La struttura della massa interna di questi *Riff* formavasi con straordinaria compattezza. In generale mancava la separazione degli strati; fatto che molte volte si osserva nelle masse calcari nummulitiche, nei calcari a rudiste e negli stessi banchi corallini recentemente sollevati. Le proporzioni della magnesia sono svariatissime, probabilmente in causa di soluzioni avvenute assai posteriormente. Generale e caratteristica è la mancanza d'argilla. Il colorito è talora rossiccio, specialmente nelle dolomie cadorine. Hanno colorito più scuro e sono più facilmente fossiliferi i così detti *calcari di Cipit*, che rappresentano nidi di molluschi stanziati a qualche lontananza dalle masse coralline. Di essi io credo fossero esempî i banchi che hanno dato i pochi fossili di dolomia infraraibliana, che si conoscono nel Friuli. I calcari a grosse chemnitzie, da me osservati al contatto della formazione raibliana di Dogna colla dolomia inferiore del Clapforat, vanno anche probabilmente riferiti a questo modo di formazione come vedremo più sotto.

Quanto alla fauna ed alla flora di quei banchi madreporici, abbiamo ancora la incertezza riguardo al posto che occupano nella scala organica le giroporelle e le diplopore (*Gastrochoene?* di Stoppani), le quali nel recentissimo trattato di paleontologia di Zittel e Schimper sono considerate come alghe calcari anzichè come foraminiferi. E se anche fossero tali, fatto sta che questi organismi, specialmente nei piani inferiori e nelle masse equivalenti ai calcari del Buchenstein, nel Veneto al pari che in Lombardia e nei dintorni del lago d'Orta hanno uno sviluppo incredibile; tanto da costituire spesso, per grandi tratti, la compatta dolomite. Si è fatta questione se fossero o meno spongiari quelle forme, pur rilevate dallo Stoppani e distinte col nome generico di *Evinospongia*; il Benecke ed il Mojsisovics le ritengono prodotti di incrostazione, avvenuta durante il metamorfismo della roccia organica. Ma alcuni particolari modi di presentarsi di queste forme, tutto attorno ai gusci di altri fossili ed il fare esse parte integrale del deposito, sembrano a mio giudizio contrariare questo secondo modo di vedere e si può ritenere assai più verosimile la genesi organica, almeno nel maggior numero dei casi. Alcune lumachelle, impastate di piccole natiche e di cotali apparenze meandriformi, a strati concentrici, con struttura raggiata, sarebbero inspiegabili altrimenti che coll' ammettere che esse rappresentino incrostazioni di spongiari. Vero è che sino ad ora non si scopersero in tali spongiari delle spicule, ma queste potevano essere cornee o calcari od essersi disciolte; epperò torna impossibile con mezzi chimici di separarle dalla roccia.

Di coralli avanzano pochissime vestigia. Io non ne rinvenni alcuno ed anche il signor Mojsisovics cita come una rarità in una sua nota a pag. 493 un polipajo rinvenuto nella dolomia di Valsorda. La mancanza quasi assoluta di coralli mi si era presentata come una fortissima obiezione qualche anno fa, quando ancora non era comparso il libro del signor Mojsisovics ed io scriveva una memoria sulla geologia bellunese, che fu letta all' adunanza dei naturalisti italiani in Varese (Atti della Soc. di scienze nat. Vol. XX, 1878).

La soluzione della aragonite, d'onde avevano composto il loro guscio in analogia coi polipaj viventi, spiegherebbe questa mancanza. Anzi l'autore accenna al fatto, che anche nelle masse coralline contemporanee la struttura dei polipaj raramente si conserva. È fatto indubitato d'altronde che nei calcari corallini terziarî i fossili sono male conservati e molte volte solo per modelli, e che i migliori esemplari rappresentano sempre individui o colonie isolate, sepolte nelle rocce marnose od arenacee.

Invece sono abbastanza comuni, ma non sempre bene conservati, gli avanzi di cefalopodi, in specie le ammoniti globose. Se sta poi, come credo indubitabile, il parallelismo dell'Esino cogli strati più profondi di Wengen, ed essendo già ammesso che la fauna di Lenna in Valle Brembana è inferiore d'assai al raibliano, anzi alle *pietre verdi,* la principale caratteristica di quelle prodigiose accumulazioni di organismi pervenuti sino a noi, consiste nella fisonomia delle grosse *Chemnitzia e Natica*; e ciò assai bene corrisponde all'abbondanza di colossali gasteropodi intorno agli attuali banchi corallini. Gli echinidi ed i crinoidi sono del pari abbondanti e discretamente conservati.

Per apprezzare però tutta l'importanza della teoria in discorso nella spiegazione delle equivalenze geologiche, nel Trias alpino ed in tutti gli altri terreni, occorre

non limitarla ai soli coralli ma conviene estenderla a tutti gli organismi marini capaci di attiva secrezione calcare; poichè al pari o quasi al pari di essi coralli gli echinodermi, taluni molluschi come le rudiste ed i dicerocardi, e specialmente i radiolari e le piante calcari, per la loro sterminata moltiplicazione, per la grossezza della loro porzione solida in confronto alla parte decomponibile, non sono meno atti di quanto le siano i coralli a formare grandiosi accumulamenti di calcare. Le *Lithiotis*, alghe calcari che vedremo frequentissime negli strati dell'oolite inferiore, gareggiavano coi coralli nel fissare la sostanza calcare. Estesa in tal modo, la teoria del sig. Richthofen trova assai più ampia dimostrazione; e senza uscire dal Veneto possiamo citare ad esempio la equivalenza del calcare ippuritico nel gruppo del monte Cavallo colla porzione inferiore della scaglia rossa nella catena del monte Faverghera al monte Cesen nel Trevigiano; non che l'equivalenza delle rocce del Flysch nel Friuli coi calcari nummulitici del Vicentino. Meglio ancora, l' equivalenza dei calcari corallini dei piani di S. Illarione e di Castelgomberto colle argille di Valle Organa e colle glauconie bellunesi.

Rimane tuttavia ai polipi il primato in questo meraviglioso magistero, pel quale venne sino dalle prime epoche della animalizzazione marina mantenuto nelle acque oceaniche quel grado di salsedine che era compatibile e necessario per tale animalizzazione; come ebbe a dimostrare splendidamente lo Stoppani nella bellissima sua opera sulla *Purezza dell'atmosfera e del mare*, la quale comparve quattro anni prima del libro pregevolissimo sulle dolomiti tirolesi.

Quando fu edificata da questi organismi la massa calcare, anzi nell'atto stesso che essa si edificava, numerose cause chimiche e meccaniche intervenivano ad alterarne variamente la struttura; erodendo, sciogliendo, distribuendo in varia forma il materiale calcare da quegli esseri segregato. Talune dolomie a granuli irregolari, alcune sabbie calcari, le brecce di calcare o di dolomia che pur si trovano nelle nostre montagne cadorine, rappresentano altrettanti episodi di questo lavorio di demolizione. E dove esso prevalse, per alcun tempo, l'animalizzazione veniva sospesa e seguiva il deposito meccanico o chimico, sino a che favorevoli condizioni non permettevano lo stabilirsi di nuove colonie. Da ciò quella varietà di struttura intima, che si scorge porgendovi attenzione, non meno nelle frane di quelle montagne che nelle cave dei noti calcari a rudiste di Nebresina e di Pola o dei marmi liasici di Arzo, Saltrio e Gozzano.

La stessa decomposizione delle parti molli di tanti animali doveva produrre un abbondante sviluppo di acido carbonico, di cui la presenza nell'acqua, in contatto colla sostanza calcare segregata, doveva causare una temporanea soluzione di questa sostanza. Il calcare poi veniva di nuovo deposto alla superficie od anche nelle scontinuità della massa corallina, oppure cementava i materiali frammentizî, elaborati dalla erosione dalle onde. In seguito poi, nelle lunghissime epoche che decorsero allorquando l'area delle Alpi orientali era sommersa sotto gli oceani del titoniano e della scaglia; e più tardi ancora, quando incominciò il movimento di emersione, colle sue fratture, coi suoi fenomeni di contorcimento e quindi di intimi movimenti molecolari, non per anco a sufficienza considerati; quando le acque piovane incominciarono a filtrare attraverso quelle masse, immaginiamoci quale complesso metamor-

fismo si sarà mai esercitato su queste svariatissime rocce calcari e come si saranno poste in giuoco le forze cristallogeniche, esse pure congiurando colle forze meccaniche e chimiche alle distruzioni della vestigia organiche. Badiamo ai fenomeni di calcinazione avvenuti nei calcari grossolani del pliostocene di Palermo, di Bari o di Livorno; badiamo alla scomparsa talora completa dei fossili che avvenne per soluzione in talune arenarie plioceniche dell'Apennino; e ci persuaderemo che i movimenti chimici e molecolari abbiano potuto cambiare la composizione e la struttura delle masse dolomitiche affatto indipendentemente di qualsivoglia contatto con rocce vulcaniche e dalla temperatura geotermica subìta dalla formazione allorchè fu sepolta da strati più recenti, di alto mare. Che se aggiungiamo poi questo altro fattore, certamente da porsi in calcolo, possiamo bene meravigliarsi che il metamorfismo si sia arrestato a produrre in alcuni rarissimi casi la presenza di lamelle talcose entro le geodi della dolomia, come ho osservato nella roccia di monte Pegherolo, a nord di Branzi in Val Brembana e nei calcari triasici con encriniti e giroporelle delle vicinanze di Villanova e di Mondovì, nelle Alpi liguri (¹).

Non casuale è di certo la nota coincidenza della struttura irregolarmente cristallina, o dirò meglio cristallino-granulosa, con un contenuto maggiore di carbonato di magnesia. Quindi è a credersi che i fenomeni i quali hanno prodotto questa struttura, non soltanto nelle rocce calcari della serie triasica, ma in quelle del Giura e persino del Neocomiano, abbiano contemporaneamente od appena prima determinata altresì una condensazione di quel carbonato nelle masse, che furono in tal modo modificate. Nè sempre esistevano i piani di stratificazione, che sarebbero stati probabilmente i limiti naturali del fenomeno in un determinato gruppo di banchi. Ma piuttosto, come in fatto si osserva, questi metamorfismi di struttura e di composizione chimica hanno influenzato determinate masse, che si sfumano a lingue, a dicchi od a filoni nella roccia omogenea, non ancora alterata.

Il massimo a cui potè giungere siffatta alterazione, cioè la struttura *saccaroide*, doveva però escludere a mio avviso la ricchezza di sali magnesiaci; corrispondendo questa struttura ad un fenomeno di cristallizzazione di una determinata specie, la *calcite*, non perfettamente isomorfa colla dolomite. Questa struttura saccaroide, da distinguersi dalla accennata granuloso-cristallina, si osserva mirabilmente in un punto delle montagne bellunesi in cui si può sperare che sorga tosto o tardi, fosse pure in umili proporzioni, un'industria paragonabile a quella delle Alpi apuane. Questa località è nel Comelico e precisamente nel cuore della massa dolomitica che sta a nord di Sappada, alle origini della vallicola che separa il monte Hobolt dal monte del Ferro. Vi è un calcare saccaroide bianco, candido, omogeneo, facile al taglio e suscettibile di bella pulitura. Quella massa dolomitica si innesta nelle accennate pietre verdi della vallecola di Sesis e di Sappada verso oriente e verso sud, mentre a nord-ovest prosegue colle dolomie del monte Curiè, del Sasso Lungherino, del *Riff* di Sexten. Probabilmente era in continuazione colla massa dello Siara; questa però ha radici più profonde, non essendosi notato sino ad ora l'affioramento dei

(¹) T. Taramelli, *Alcune osservazioni sui terreni ofiolitici in Valtellina, in Piemonte e nell'Italia centrale.* Bullettino della Società geol. italiana. Vol. I, 1882.

detti tufi e delle pietre verdi nella Valle Pesarina, cioè nel versante meridionale di questa montagna.

Il signor Mojsisovics vorrebbe persino trovare nelle argille raibliane (le quali a vero dire in moltissimi punti delle montagne cadorine e carniche ricoprono le masse dolomitiche non stratificate) la traccia della decomposizione atmosferica, subìta di quelle isole calcari in quei tratti e per tutto il lungo periodo, in cui emersero dalle onde. Ma osserverò che in non poche località analoghe argille, annesse o meno a dolomie cariate gessifere, si osservano a grande distanza sopra le dette masse dolomitiche come nel canale di Socchieve presso il passo della Mauria sotto Villa di Vergegnis e presso Esemon di Sotto; oppure compaiono appena alla base della dolomia principale a *Megalodon Gümbeli* al posto dei *Thörerschichten* di Raibl; come si osserva nella valle di Resia e nei dintorni di Moggio (Ovedazzo e Grauzaria). Per le quali considerazioni non mi sembra che queste marne, che d'altronde corrispondono alla forma tipica del *Keuper*, si possano associare con troppi stretti legami all'origine organica delle masse dolomitiche. Anche in Val Corpassa, presso la Casera Manzon e lungo il sentiero che rasenta il monte Framont, ove l'egregio geologo raccolse così chiare conferme della teoria che io pure caldamente appoggio, si nota che le dette marne rosse, più o meno arenacee, ricoprono non già la dolomia di Wengen ma dei calcari marnosi bituminosi, fossiliferi, assai nettamente stratificati, di cui vedremo più sotto e che rappresentano ad un dipresso il piano di Raibl. Di più, queste marne con ragguardevole potenza sbucano dalle frane dolomitiche del versante sud del monte Mojazza, dove la dolomia infraraibliana manca affatto e la dolomia principale riposa con tenue interposizione di calcari a fitti strati, sulle rocce tufacee ed arenaceo-marnose del piano di Wengen. Esse corrispondono o per lo meno assai rassomigliano alle argille galestrine dell'Apennino e la loro formazione non è completamente spiegabile colle loro forze esogene, almeno per quanto queste ci sono note al presente. Fossero anche di pochi metri superiori alle masse dolomitiche, antiche e problematiche come sono, io non mi fiderei di comprenderle in un complesso di fenomeni abbastanza chiaramente spiegati; persuaso che lo spiegar tutto, se è pericoloso sempre nelle ricerche delle scienze positive, è per le teorie geologiche un sintomo di fallacia. E fallace non sembrami questa dei *Riff dolomitici*; specialmente se ad essi non esclusivamente limitata, ma estesa alle formazioni analoghe, di cui si è detto. E già nello studio, che vado rincominciando della serie triasica lombarda, dei piani infraliasici alpini e delle formazioni mesozoiche apenniniche sembrami di scorgere numerosi fatti che da questa teoria, ricevono la loro più probabile spiegazione.

Frattanto dobbiamo riconoscere che l'applicazione di questa teoria alla storia delle montagne cadorine e carniche conduce ad una assai consolante evidenza di fenomeni e di relazioni. Vediamo negli isolati banchi dolomitici di Buchenstein i primi tentativi di stabilimento delle colonie coralline, in un mare che andava sempre più estendendosi e facendosi profondo per una sommersione incominciata all'aurora del Trias. Questi primi tentativi sono disturbati dalle frequenti intromissioni di depositi argillosi e dalle prime dispersioni dei materiali eruttivi, rappresentate dalle più profonde *pietre verdi*; però la radice dei principali centri è posta,

come può scorgersi dalla Carta che accompagna la splendida opera del signor Mojsisovics.. Bruschi, o per lo manco abbastanza rapidi abbassamenti intervengono quindi a stabilire in varî punti più opportune condizioni di vita per le colonie di organismi dolomigeni. In alcuni punti l'accrescimento dei coralli tien dietro all'abbassamento e si formano le masse principali; altrove il fondo si sottrae tosto o tardi alla zona di massimo sviluppo degli animali e delle alghe calcari e quivi prevalgono i sedimenti dispersi dalle correnri marine.

È poi significatissimo il fatto che i centri di eruzione della lava augito-porfirica stanno ai limiti dell'area che andava così variamente abbassandosi. I più antichi centri dell'alta valle di Fassa, che fecero eruzione quando avveniva più rapida la sommersione, si aprivano in uno strettissimo golfo al limite dell'area abbassantesi. I due più giovani centri eruttivi, di Monzoni e di Fleims. trovansi bensì nell'area dei *Riff* ma presso al suo limite occidentale. La loro comparsa cade in un periodo, in cui la sommersione si rendeva sempre più lenta e a tratti; pur mantenendosi sensibile ed a lungo nei bacini eteropici. Essi centri d'altronde rappresentano una frattura, che attraversa perpendicolarmente l'area così abbassantesi. Questa frattura poi si collega con un sistema vulcanico per verità ancora da studiarsi nelle prealpi italiane ma a quanto pare assai multiforme nelle sue manifestazioni ed in stretto rapporto colla distribuzione delle aree, nelle quali si localizzano le varie forme litologiche del Trias. Da questi centri si vomitano lave e conglomerati eruttivi. Le lave si stendono a guisa di sedimento meccanico nelle maggiori profondità dei canali liberi tra le masse calcari, le quali per conseguenza in via generale non sono menomamente influenzate dalla presenza delle rocce endogene. I tufi si estendono più lontani; vuoi per la dispersione dei materiali eruttivi, vuoi per il trasporto delle correnti marine; ma non invadevano i banchi corallini. Tutto al più soperchiavano e seppellivano i minori centri di animalizzazione. Essi si arrestarono al limite delle maggiori masse coralline e si mescolavano coi frammenti, staccati dalle medesime pel moto delle onde. In processo di tempo tacciono i vulcani; ma dura nelle maggiori profondità e nei canali delle lagune la dispersione dei sedimi argillosi ed arenacei. Nuove oscillazioni invertono le relazioni di profondità; scompaiono i coralli, guadagna potenza il deposito meccanico, quell'arcipelago oceanico si fa un mediterraneo, di cui le sponde sono tuttora male delineate ma sul cui fondo sicuramente poco disuguale si deposita il piano molto uniforme del raibliano. Solo in alcuni pochi punti, come nel gruppo del Comelico e di Auronzo e nell'alto Vicentino e Val Sugana, la forma calcarea continua anche in questo periodo e si dura fatica a separare le dolomie infraraibliane dalla dolomia a *Megalodon Gümbeli*. Questi punti però erano assai isolati; la fisonomia del raibliano nel Tirolo settentrionale, nella Carinzia e Friuli e nella Lombardia è troppo uniforme per non ammettersi una immediata comunicazione per mare libero in tutta l'estensione delle Alpi orientali. Questo arcipelago corallino dapprima, poi il vasto mediterraneo raibliano preludono all'ampio oceano della dolomia principale.

Noi però non vorremo a pie' giunti saltare questo importante passaggio. Mantenendoci nell'area della Carta, possiamo raccogliere e fornire alcuni dettagli sui due livelli, sicuramente tra loro anastomizzantisi di S. Cassiano e di Raibl, e di essi faccio parola nel capitolo seguente.

CAPITOLO IX.

Strati di S. Cassiano e strati di Raibl. Dolomia principale.

La probabilissima equivalenza del piano fossilifero ai prati di Pralongei di S. Cassiano col calcare bituminoso ittiolitico, che sopporta presso Raibl i calcari marnosi ad *Hörnesia Johannis-Austriae*, ed il fatto da me recentemente verificato e rilevato molti anni sono dall'Escher e dallo Stoppani della coesistenza in Lombardia di marne iridate e di pietre verdi, identiche alle rocce che a S. Cassiano sopportano il piano fossilifero, colle marne e coi calcari marnosi raibliani di Gorno, Dossena e S. Giovan Bianco, mi hanno confermato nel pensiero di mantenere strettamente congiunti questi due livelli, di cui furono così a lungo disputate le relazioni, come il più delle volte furono meno propriamente applicate le denominazioni. Litologicamente le analogie tra le due formazioni non mancano; poichè appena ci allontaniamo da Raibl e ci portiamo nella accennata valle di Kaltwasser, oppure alle origini della Valbruna e meglio ancora nelle vicinanze di Dogna e di Dordola, in Friuli, vediamo il graduale predominio delle marne e delle arenarie sui calcari marnosi, poi questi ripigliano il sopravvento nelle valli di Frondison, tra Ampezzo e Forni di sotto, a sud del passo della Mauria ed al monte Zucco di Pieve di Cadore. Alla base del Pelmo sono arenarie rosse e marne a *Myophoria Kefersteini*; alla base della Civetta sono calcari marnosi con una speciale faunula non ancora riscontrata nelle vicinanze. Nell'altipiano badiotico sono ancora marne ed arenarie assai sciolte ed erodibilissime, che nella loro porzione elevata comprendono i fossili di S. Cassiano. Quivi pure le marne rosse, altrove associate o sopraposte al raibliano, separano la zona dalla dolomia del monte Set-Sass, insinuata nelle marne di Pralongei, dalla dolomia principale. Epperò il vero raibliano si può dire rappresentato dalla porzione superiore della detta massa dolomitica del Set-Sass.

Essendo l'area più interessante di questo altipiano compresa nella Carta perchè nel versante del Cordevole, dirò brevemente della serie che si riscontra salendo da Araba a Pralongei e che quindi si torna a percorrere scendendo a Livinallongo. Escursione da raccomandarsi caldamente ai giovani geologi italiani, che vogliano formarsi un' idea dei fatti più che dei nomi.

Seguìto per qualche tempo lungo il Cordevole lo sfacelo dei tufi doleritici circostanti ad Araba, si notano presso alla svolta per salire a Chers le arenanie variegate, le quali ora sull'una ora sull'altra sponda si accompagnano sino sotto Livinallongo, alternatamente cogli strati di Buchestein, dolomitici o di calcare bituminoso. Salendo poi al detto paesello è naturale che si ripiglino i tufi, alternati con argille bituminose più o meno compatte, senza colate melafiriche, con un aspetto identico a quello dell'alta valle di Zoldo. Al paesello si trovano gli scisti con *Daonella Lommeli* in grande copia e tali si alternano colle arenarie per lo spessore di cinquanta metri. Sopra ripigliano i conglomerati calcareo-tufacei, quindi dei calcari marnosi con impronte di vegetali e con pezzetti di antracite. Con questa alternanza ci innalziamo sino a 70 metri sopra il paese; poi si svolta nel bacino amplissimo dei

prati di Chers, eroso nella formazione arenacea superiore di Wengen. Sono arenarie verdognole o giallastre, marne sciolte, tenui banchi di calcari marnosi, che formano un terreno comparabilissimo all'eocene apenninico quando le argille scagliose stanno per passare alle rocce del macigno superiore; come presso la Porretta o intorno al Castello di Rossena, presso Canossa. Fermò l'attenzione dei geologi austriaci la speciale condizione superficiale di quella conca, ove frane o diremo meglio colline intere di materiale detritico ricoperte da prati e di rade piante resinose, si muovono continuamente, spostando i confini della proprietà, inclinando le dette piante in varia guisa, aprendosi in spaccature più o meno profonde. Stato di cose, che perfettamente corrisponde alla natura litologica delle rocce e con questa si ripete, ancora nell'area della nostra Carta, nei dintorni di Ampezzo tirolese, nella parte nord-est del bacino di Agordo, nella vicinanza della Pieve di Zoldo e alla sponda destra del canale di S. Pietro, sotto Fusea. In tale rovinio sarebbe certamente una seria impresa un rilievo geologico dettagliato e sincero. Fortunatamente tale rilievo del bacino non occorre; perchè gli strati che ci interessano, cioè i fossiliferi, che incominciano alla Croce di Pralongei e seguono sin presso alle radici occidentali del monte Set-Sass, affiorano molto più in alto, a 200 metri sul fondo dell'accennato bacino colla potenza di circa quaranta metri e colla più stretta somiglianza colle marne ed arenarie che comprendono il banco madreporico eocenico di Rosazzo, Brazzano e Cormons. Ed è quivi che si raccolse lo sterminato numero di fossili, che furono studiati dal Münster, Klipstein, Bronn, Cornalia, Laube e tant'altri, senza che ancora si possa affermare di averne un catalogo completo. Anzi non si è ancora sicuri che tutte le specie illustrate appartengano ad un medesimo livello; essendochè in gran parte si fondarono sopra materiale acquistato da pastori, che lo raccolgono in varî punti dell'area fossilifera ed anche a qualche distanza verso Campolongo, Corvara e Falsarego. Però i fossili della località detta *Stuores*, che è appunto la più abbondante verso la croce di Pralongei, appartengono ad una formazione molto omogenea sopra una ragguardevole potenza ed il complesso delle piccole specie quivi per la massima parte raccolte ha una fisonomia abbastanza marcata. Il sig. Mojsisovics però rimarca che almeno pei cefalopodi la maggior parte degli individui rappresentano le prime concamerazioni di grossi esemplari erosi, e che questi trovano i loro rappresentanti nel *calcare superiore* di Hallstadt. Il sig. Fuchs [1] osserva poi che la piccolezza di dimensioni degli individui di questa fauna non devesi già a circostanze contrarie al loro sviluppo, poichè in tal caso sarebbe difficile lo spiegarne la estrema varietà di forme. È precisamente una fauna di *Riff* corallino, come già affermavano Richthofen e Laube.

Piuttosto che una fauna locale, è probabile che essa sia un unico esempio residuo di una determinata fisonomia di animalizzazione, la quale corrisponda ad un dato periodo ed alla speciale condizione di essere cresciuta in un non ampio canale, tra isole coralline. Gli evoluzionisti ci vedono uno sprazzo di luce sopra le tante lamentate *lacune* filogenetiche. Con non minore ragione i sostenitori della fissità delle specie e delle successive creazioni vi troverebbero un molto favorevole argomento delle loro credenze. Comunque sia, conviene fissare almeno approssimativamente il

[1] Verh. geol. R. A. 1871, p. 204.

livello relativo di questa fauna; e questo pare non molto diverso da quello del deposito, parimenti assai localizzato, degli scisti inferiori di Raibl con pesci, con crostacei e con vegetali.

Il numero delle specie del vero S. Cassiano ([1]) è almeno di 500; ed ogni anno si aumenta. Le più importanti sono le seguenti:

Aulacoceras sp.
Bactrites undulatus Metr.
Nautilus Acis Mort.
» *linearis* Mort.
» *granuloso-striatus* Klpst.
Nautilus cf. *Schloembachi* Mojs.
» *Klipsteini* Mojs.
Orthoceras elegans Mstr.
» *politum* Klpst.
» *ellipticum* Klpst.
Arcestes Johannis-Austriae Klpst.
» *Klipsteini* Mojs.
» *Gaytani* Klpst.
» *bicarinatus* Mstr.
» *Barrandei* Lbe.
Lobites pisum Mstr.
» *monilis* Lbe.
» *ellipticoides* Lbe.
Megaphyllites Jarbas Mstr.
Pinacoceras Philopater Lbe.
Trachyceras Aon Mstr.
» *Brotheus* Mstr.
» *bipunctatum* Mstr.
» *furcatum* Mstr.
» *dichotomum* Mstr.
» *infundibuliforme* Klpst.
Trachyceras Saulus Lbe.
» *brevicostatum* Klpst.
» *Rüppeli* Klpst.
» *Sesostris* Lbe.
» *Busiris* Mstr.
» *Hirchi* Lbe.
Coristoceras Buchi Klpst.
» *Eryx* Mstr.
» *glaucum* Mstr.
Daonella cassiana Mojs.
» *Richtofeni* Mojs.
» *fluxa* Mojs.
Cassianella grypheata Mstr.
Gervillia angusta Mstr.
Cardita crenata Golds.
Konninckina Leonardi Urssm.
Rhynchonella semiplecta Mstr.
Terebratula indistincta Begr.
Encrinus Cassianus Lbe.
» *granulosus* Mstr.
Pentacrinus propinquus Mstr.
Cidaris dorsata Brenn.
» *alata* Agass.
» *Römeri* Wissm.
Wissmanni Des.

([1]) La bibliografia geologica del S. Cassiano è la seguente: Münster *Betr. zur Petrefactenkunde*, 4. Hefs. — Klipstein, *Beit. g. geol. Kenntniss der östl. Alpen.* — Cornalia, *Notizie geo-mineralogiche sopra alcune valli meridionali del Tirolo*, Milano, 1848. — Laube, *Die Fauna der Schickten von S. Cassian*; Denkschr. k. Ak. Wiss. v. Wien. 24-30. Bd. — A. E Reuss, *Foraminiferen und Ostracopoden* V. S. *Cassiano* Sitz. Ber. k. Ak. Wiss. v. Wien, 37 B Gumbel C. W, *Foraminiferen* etc. Jahrbuch geol. R. A. 1869. — E. r. Mosisovics, *Das Gebirge um Kaltwassers.* — *Daonella und Halobia.* Abhandl. geol. R. A. B. VIII; *Cephalopoden der medit. Triasprovinz*, Wien 1882.

La insufficienza confessata anche dai geologi austriaci delle attuali cognizioni sul complesso orizzonte di S. Cassiano, non toglie il merito egregio del lavoro del signor Laube; il quale anzi oltre allo svelare l'abbondanza e la varietà di questa fauna, in cui tanto abbondano i ricordi dei tipi paleozoici e che si isola così stranamente tra le altre triasiche, somministra altresì gli elementi per una ripartizione di questa zona almeno in cinque banchi o sottopiani, dei quali il più recente, si interpone tra il *Riff di Richthofen* e l'estremo nord-ovest del Set-Sass. Il confronto colla località di Raibl, fatto dall'autore nella sua chiusa, ringiovanisce anche maggiormente questo complesso di strati

Degli scisti ittiolitici di Raibl sono poi caratteristiche le seguenti specie, che pure riporto per essere le località non molto discoste dal confine del Veneto [1] e perchè probabilmente equivale a taluno dei depositi ittiolitici lombardi.

Graphiurus callopterus Kn.
Orthurus Sturi Kn.
Ptycholepis raiblensis Br.
» *avus* Kn.
Thoracopterus Niderristi Br.
Megalopterus Raiblanus Kn.
Pterigopteris apus Kn.
Peltopleurus microlepidotus Kn.
» *splendens* Kn.
» *Bronni* Kn.
Lepidotus ornatus Ag.
Belonorhynchus striolatus Br.
Tetiachella Raibliana Br.
Stenochelus triasicus Rss.
Aeger crassipes Br.
Bombur Aonis Br.
Blattina sp.
Acantotheutis bisinuata Br.
Equisetites anenaceus Schl.
» *strigatus* Br.
Neuropteris cf. *Rutimeyeri* Prst.
Danaeopsis cf. *Marantacea* Prst.
Cicadites Suessi St.
Dioonites pachyrhachis Schenk
Pterophyllum Bronni Schenk
» *giganteum* Schenk
» cf. *Jaegeri* Br.
» *Sandbergeri* Schenk
Voltzia Raiblensis St.
» *Haueri* St.
» *Foetterlei* St.

Nel versante settentrionale dell' accennato cordone dal Set-Sass al passo di Pralongei, verso la valle di Campolongo troviamo poco diverse relazioni stratigrafiche. Infatti presso alle case di Corvara affiorano gli strati di Wengen colla *Daonella Lommeli* con parecchi trachiceri e con avanzi di vegetali, riferiti dallo Stur alle *Thimpheldia Richthofeni* ed alla suaccennata *Neuropteris* cf. *Rütimegeri* Heer. È da notarsi però che altri strati con daonelle (*D. Cassiana* Mojs. e *D. Richthofeni*) trovansi assai più in alto, proprio alle falde del detto Set-Sass.

Accostandoci poi a questa montagna dolomitica, così variamente interpretata dai geologi, noi troviamo alle falde sud-ovest quel piccolo banco dolomitico insinuato nelle marne fossilifere, al quale fu dato il nome di *Riff di Richthofen*, ed appena sopra la massa compatta della dolomia infraraibliana, coronata in ciascuna delle sue guglie da banchi più regolari, prevalentemente calcari. A questi si appoggiano verso Valparola gli strati marnosi del raibliano, inclicati verso nord-est; i quali strati, al limite orientale della massa dolomitica vengono ad immediato contatto colle marne del piano fossilifero principale, che si continuano con quelle del

ponendolo parallelo e non inferiore col *Taubeschiefer* che è il vero Raibliano ad *Hörnesia*; ma questo giudizio dipese dall'aver ringiovanito gli strati di Wengen, parallelizzandoli agli scisti ittiolitici di Raibl ed avendo considerato il calcare metallifero come parallelo al Buchenstein; ciò che non è punto dimostrato. Sta invece il parallelo tra i *Torerschichten* a *Corbula Rosthorni* di Raibl e gli scisti ad *Ostrea Montis-Caprilis* di Heiligenkreuz.

[1] Trattano dei fossili di questi strati i seguenti lavori: Bronn, *Beitr. z. Fauna und Flora d. Schiefer von Raibl.* — Leonhard u. Br. Jahrb. 1858, con appendice del 1859. — Kner, *Fische* etc. Sitz. Ber. k. Ak. Wien, 53 Bd., con appendice nel Vol. 55. — Reuss. *Krebse* etc. Hauer, *Beitrage z. Paläont. Oester.* — Schenk, *Flora Wurzburger.* Naturwiss. Zeitsch. VI. — Stur, *Raibl.* Jahrb. geol. R. A. 1868.

monte Pralongei, Più a nord-est, come assai bene accenna la Carta del sig. Mojsisovics, sonvi poi due lembi di dolomia principale superiore al calcareo marnoso raibliano. Sono evidentissimi, a ridosso della dolomia compatta, insinuata tra i due orizzonti di S. Cassiano e di Raibl, gli strati di marne rosse, i quali in questo punto veramente corrispondono al piano che le assegnava già il Loretz colle denominazione di *rother-Raibler Schiefer*. Però nemmeno quivi sono esclusive a questo livello.

Infatti se noi discendiamo per la strada della *Madonna della Costa* verso Livinallongo noi troviamo altre marne rosse sotto ai tufi ed a conglomerati, che nuovamente si incontrano; e quivi queste marne formano il cemento di conglomerati calcari, che furono riferiti al Trias medio ma che potrebbero piuttosto spettare ai più profondi conglomerati del piano tufaceo di Wengen. Presso alla Pieve troviamo poi qualche banco dolomitico, che venne con ragione riferito al piano di Buchenstein e sviluppatissimi i calcari nodulosi e contorti con potenti banchi di *pietra verde* con *Daonella tyrolensis, D. Badiotica* e *D. Taramelli*. Vicino a Ruaz, al ponte sopra una stretta gola lungo la strada per Araba, venne trovata una massa dolomitica franata con grossi gasteropodi, di cui tuttora si attende la determinazione e col *Trachyceras Cordevolinum* Mojs. Più sotto ancora, ed a preferenza sulla sponda destra del Cordevole, sono poi sviluppate le arenarie a *Myacites* e su questa medesima sponda sono sviluppatissimi i tufi con alternanza di due grosse zone calcari, sopra e sotto il villaggio di Orneda.

Riconosco che a comprovare l'esattezza della accennata interpretazione del posto occupato dalla dolomia del Set-Sass manca la presenza di fossili raibliani nella zona superiore dei calcari marnosi. Ma d'altra parte se noi pensiamo alla scarsità di questi fossili in tutta l'area cadorina ed al fatto che nè più in alto nè più in basso troviamo per questo piano calcareo-marnoso alcun riferimento che sia probabile, almeno dal punto di vista litologico e stratigrafico, dobbiamo anteporre ancora questa spiegazione ad altre, che esagerando la antichità della potente formazione tufacea sottoposta rendono poi inspiegabili tutti quegli altri profili, in cui dolomie analoghe a quelle del monte Set-Sass sono inferiori o parallele a tufi e non ponno comprendersi in piani più antichi di quello di Wengen.

Le masse dolomitiche coeve alla accennata del monte Set-Sass non sono molto frequenti nell'area della nostra Carta, per quanto si possa giudicare nella incertezza causata dall'isolamento della fauna di S. Cassiano. E quasi certo che appartengano a questo livello le dolomie del monte Penna a sud-est del monte Pelmo, ricoperte dal raibliano di Campo Rutorto e quelle alla base meridionale del monte Antelao. Così è molto probabile che tali sieno quelle, che nei monti tra il Boite e l'Anzei e nel gruppo di Sexten sostengono il piano di Raibl, quivi rappresentato da una dolomia marnosa, a fitti strati, che in tutta la Carnia e nelle stesse vicinanze di Raibl ricopre la zona ad *Hörnesia* [1]. Ad ogni modo, sino a che la fauna di quelle masse dolomitiche non ci sarà nota con qualche maggior dettaglio, noi dobbiamo accontentarci di una approssimazione più o meno probabile, basata sul concetto, a

[1] Ne' miei scritti sulla stratigrafia delle Alpi carniche distinsi questa zona col nome di *scisti di Vidali*.

mio avviso utilissimo nello studio del Trias alpino, della successione immediata del periodo di Raibl al periodo del S. Cassiano e sulla insussistenza di un generale piano dolomitico intermedio.

Calcari marnosi, marne e zona gessifera del raibliano.

Quando l'illustre presidente dell'Istituto geologico austriaco pubblicava la descrizione delle più comuni specie di questo importantissimo orizzonte ([1]) ne era già nota la estensione, continua dal villaggio che dà il nome sino nella valle di Dordola e la sua ricomparsa nella valle di Gorto, presso Lauco, Avaglio, Cludinico e Raveo, e nella valle di Socchieve presso S. Antonio. Il Pirona ([2]) indicò in seguito le località di Dordola nell'Aupa come punto intermedio ed io pubblicai alcuni ulteriori ragguagli sul gruppo dei più ricchi giacimenti fossiliferi nei dintorni di Dogna ([3]). Negli anni seguenti, così nel Friuli come nel Bellunese, ebbi cura di non perdere d'occhio questo piano, tanto utilmente direttivo nello studio del Trias superiore. Se non che nè ovunque esso si estende colla forma litologica, da cui è caratterizzato nelle Alpi carniche, nè la fauna è ricca di specie come abbonda a volta di esemplari; cosa riconosciuta da tutti i geologi che se ne sono occupati. Però sono riescito a radunare un discreto numero di specie, che da parecchi anni, associate alle analoghe ed identiche del piano lombardo di Gorno e Dossena, tuttora attendono una comune illustrazione. Sonvi *bactrillii*, ossa e denti di rettili e parecchie nuove specie di gasteropodi.

Le specie più distinte, che si ripetono in posto anche nell'altro giacimento non meno abbondante ma a mio avviso alquanto più antico del calcare marnoso di Lauco e Cludinico, superiormente alla zona delle antraciti, sono le seguenti:

Cidaris dorsata Br.
» *alata* Mstr.
Pecten filosus Heu. (*P. Hellii* Hamm).
Hörnesia Joannis Austriae Klip. (*Gervillia bipartita* Marian).
Perna Bouei Hau. (*P. aviculaeformis* Emm.)
Myoconcha Curioni Hauer.
» *longobardica* Hauer.
Nucula sulcellata Wissm.
Myophoria elongata Wism.
» *Watheleyae* Buch.
» *Kefersteini* Mstr.
Corbis Mellingi Hau.
Pachicardia rugosa Hau.
Cardinia problematica Klipt.
Megelodon carinthiacum Boué.
Corbula Rosthorni Boué.
Solen caudatus Hau.
Nautilus rectangularis Hau.

La *Myophoria Kefersteini* mi sembra incominciare negli strati più profondi, ma è comune ovunque; la *Corbula Rosthorni* e varie specie di lede continuano invece nei calcari marnosi, leggermente dolomitici, che in banchi regolari ripetutamente si alternano alle marne azzurrognole superiormente agli strati più fossiliferi.

([1]) Hauer, *Ein Beitrag zur Kenntniss der Fauna der Raibler Schichten.* Sit. Ber. Ak. W. p. Wien, XXIV. Bd 1857.

([2]) G. N. Pirona, *Cenni geognostici sul Friuli.* Ann. della Soc. agraria, 1860.

([3]) T. Taramelli, *Osservazioni stratigrafiche nelle valli del Fella e dell' Aupa in Carnia.* Annali del r. Ist. tecn. di Udine. Vol. II, 1868.

Nei più potenti banchi marnosi, quali si osservano al rio Pontus di Dogna e presso il passo di Somdogna, abbondano gli esemplari di *Solen caudatus*.

Seguendo il corso del Flella da poco sopra Prerit superiore sino alla galleria della via postale presso al paese di Dogna, si ha la seguente serie, più evidente sulla sponda sinistra del fiume, che attraversa la zona raibliana obliquamente, con angolo assai acuto:

1. *Dolomia non stratificata* (di Wengen) in cui è inciso sulla sponda destra il R. di Muro.

2. Calcari marnosi non fossiliferi, alternati regolarmente con dolomie.

3. Calcari marnosi con encriniti, piccoli *Megalodus*, gasteropodi ed una piccola *Modiola*.

4. Calcari marnosi con grosse *Chemnitzia*, con nautili e con scarsi acefali.

5. Potente banco di dolomia senza fossili della potenza almeno di 50 metri.

6. Un' alternanza di calcari marnosi con tenui strati di marna azzurrognola. È la zona più ricca di fossili, in cui si può riconoscere la equivalenza col banco a *Myophoria* alla sella di Raibl alla valle di Kalwasser. Questo ed il seguente sono i soli banchi, che ponno ritenersi come spettanti con sicurezza all'orizzonte raibliano.

7. Un' alternanza di marne più sciolte con arenarie e con calcari marnosi, con abbondanti individui di *Perna* ed *Hörnesia*. Quivi avviene lo sbocco del torrente Dogna, lungo il quale, per circa un chilometro si segue questa stessa zona e trovansi pur varî torrentelli, tra cui indico specialmente il R. del Ferro, lungo i quali si può fare buona raccolta di fossili spettanti alle zone più antiche, quivi appoggiantisi alla dolomia del Clap-forat.

8. Altro potente banco di dolomia a stratificazione poco distinta, di colorito bianco o roseo.

9. *Gli scisti di Vidali*, presso allo sbocco del rio Viaco, costituiti da una fitta alternanza di calcari dolomitici poco potenti, con marne carboniose. Si ammirano le più strane contorsioni. La zona passa sulla sinistra e si accompagna per lungo tratto entro la valle di Dogna. Ritengo identici a questi di Vidali quegli strati, che costituiscono in basso la parete settentrionale del Seekofel, a sud di Raibl.

Dalla base di questa zona lungo la valle di Dogna si ebbero numerosi nuclei di *Megalodus* di specie piccola, rigonfia e fortemente dissimetrica.

10. *Dolomia principale*, potentissima, che costituisce la massima parte delle montagne del canal del Ferro, inferiormente a Dogna.

Nell'attigua valletta dell'Aupa noi troviamo questo complesso di strati già ridotto d'assai. Infatti non compaiono che gli strati a *Corbula*. Ma per compenso presso Grauzaria, nei dintorni di Moggio e lungo il Fella, in prossimità dello sbocco della detta valle, troviamo la formazione keuperiana sotto forma di marne variegate e di dolomie cariate gessifere, quale manca a Dogna. Essa si pone, a mio avviso, al livello della zona scistosa di Vidali. Sono marne e dolomie cariate, che comprendono non molto estesi banchi di gesso alabastrino, roseo o bianco, puro o commisto con marne finamente micacee. Affiorano queste rocce in parecchi punti lungo la valle di Resia, che scende dal monte Canino quasi di fronte a Moggio, specialmente sotto Gniva. Si escavano con profitto, per l'edilizia e per l'agricoltura.

Altro materale utilizzabile che può essere somministrato da questi strati è il calcare per *cemento idraulico*, come risultò da numerose esperienze e dalle analisi chimiche (¹) e fu poi dimostrato dall'impianto e dallo sviluppo di uno stabilimento per la fabbricazione di materiali idraulici del signor Barnaba Perissuti. Le migliori varietà provengono dal rio Pontus di Dogna e dalla valle del rio Alba, presso Moggio.

La zona raibliana di Dordola passa nel versante del Chiarsò a sud del monte Grifone; poi accompagna il rio Frondison, sin presso al suo sbocco nel Bût. Ma presso Illeggio piega a sud e passa sotto le alluvioni terziarie e sotto le potenti frane del rio Tolmezzo. Le marne gessifere compaiono sulla destra del Tagliamento sopra Invillino.

Sonvi anche marne rosse gessifere presso Raveo, presso Esemon di sotto e nei dintorni di Socchieve; ma quivi le morene ed in parte anche l'alluvione terziaria non permettono di constatarne la posizione stratigrafica e potrebbe essere che queste si collegassero colle marne rosse, che sostengono il calcare carbonifero di Cludinico. In tal caso sarebbero più antiche del raibliano, nè conciderebbero colla zona delle marne rosse, oolitiche, del monte Set-Sass, di cui abbiamo veduto precedentemente. Tali marne gessifere continuano sino al passo della Mauria, ora addossate al calcare infraraibliano, ora superiori al calcare marnoso, quivi pure antracitifero, che presso la cappelletta di S. Antonio contiene qualche esemplare di *Myophoria Watheleyae* e quivi presso, al passo della Morte, somministrò ai signori Fötterle e Pirona esemplari del *Nautilus* suaccennato. Nelle contorsioni fortissime, che quivi prova la formazione in discorso e per lo sconcerto portato nell'andamento stratigrafico dal grande salto, che corrisponde a questo tratto di valle, io non ardirei di affermare i precisi rapporti di queste due forme del raibliano; ma risulta con ogni probabilità il loro alternarsi topograficamente e verticalmente, accennando così a formazioni maremmane, influenzate da emanazioni solfuree, ultime vestigia dell'attività vulcanica che fu dispiegata nel periodo norico ed in quello degli strati di Wengen.

Più a ponente, entrambe queste forme delle marne gessifere e dei calcari marnosi compaiono nel monte Zucco, su cui si svolgono le risvolte della strada postale da Perarolo a Pieve di Cadore; ma queste due forme non sono a contatto, frapponendosi tra le prime, che affiorano in basso presso al Boite, ed i secondi, più in alto e più ad est, una potente massa dolomitica, che venne variamente interpretata dai geologi e che temporaneamente si può ritenere pur essa raibliana. Ancora più verso ovest troviamo alle falde orientali, settentrionali e meridionali del Pelmo, varie località discretamente fossilifere, quali la Forcella Forada e Campo Rutorto; ma non si raccolgono che esemplari di *Myophoria Kefersteini* e nuclei di megalodonti, e nella seconda località qualche mal conservato esemplare di *Aulacoceras* (?). Ne più fortunati furono nelle loro ricerche i geologi austriaci e tedeschi, che visitarono prima e dopo di me questa regione; perchè essi pure quivi hanno segnato l' andamento del piano raibliano esclusivamente in base ad analogie litologiche. A questo proposito non è superfluo notare una delle cause che producono tanta incertezza e

(¹) T. Sestini, *Sui calcari friulani che potrebbero servire per fabbricare calci e cementi idraulici.* Annali Ist. tecn. di Udine. Vol. VI, 1872.

povertà di dati, voglio dire il fatto che questa zona marnosa più erodibile, alla base dei colossi dolomitici, è ricoperta da prati oppure sepolta dalle frane da cui quelli sono recinti. Nè va trascurata l'altra circostanza del trovarsi questa zona a considerevoli altezze, alle quali si arriva generalmente stanchi e non è sempre agevole il potervisi fermare.

Una delle località più interessanti è certamente nelle vicinanze della Casera Manzon, presso il monte Alto di Pelsa; anni sono vi raccolsi parecchi esemplari di un piccolo *Pinacoceras*, di una *Holobia* sp. di *Mytilus* e di piccoli gasteropodi; e negli strati appena superiori delle foglie di *Pterophyllum*. La roccia è un calcare bituminoso, alternato superiormente con un calcare dolomitico granuloso, che passa alla dolomia a *Megalodus*. Ma anche in questa località non ho potuto più fare ritorno.

Ad onta della nostra ignoranza in proposito al Raibliano bellunese, rimane però sempre un certo valore a questo fatto negativo, specialmente per chi considera la uniformità dell'orizzonte in discorso da Forni di Sotto a Raibl, nel gruppo dello Schlern e nella Lombardia; nonchè l'altro fatto che attorno a quest'area, in cui la fauna raibliana è scarsamente rappresentata, alla base della dolomia principale troviamo delle marne gessifere che ci rappresentano la prossimità di una terra emersa. Pare quasi di vedere l'accennato arcipelago corallino, da noi accompagnato sino allo scorcio del S. Cassiano, parzialmente convertirsi in una regione a bacini interclusi, circondata da un mare mediterraneo poco profondo. Ma queste rappresentazioni più o meno fantastiche non meritano peso maggiore che di ipotesi, e non le tacio perchè in qualche maniera servano di incitamento a pazienti ricerche, quali ancora occorrono in grande numero, coll'opera di parecchi, allo scopo di sbrogliare la matassa del Trias alpino nel versante italiano. Di fronte al dilemma, che quivi ci si presenterebbe nello spiegare questa lacuna del piano raibliano quando fosse realmente provata, se cioè essa indichi una soverchia profondità marina oppure una parziale emersione della regione esaminata, possiamo ben attendere più minuti dettagli, specialmente la completa certezza, che io non ho potuto acquistarmi, dell' equivalenza tra i gessi del canale di Socchieve, quelli di Moggio e Valle Resia, e del versante occidentale del monte Cristallo. La relazione poi di questo orizzonte gessifero coi depositi antracitiferi della valle del Degano, di Forni di Sotto, delle vicinanze del passo Coldai, della Forcella Forada e della miniera di Grigna presso Auronzo deve del pari essere precisata in modo più dettagliato; essendochè, se è nota una flora probabilmente coeva colla fauna di S. Cassiano, come sopra abbiamo veduto, non manca una flora da quella specificamente diversa, cioè quella delle arenarie di Lunz, le quali voglionsi più esattamente equivalenti al piano ad *Hörnesia*. A Dogna, nel paese presso al fiume Fella, raccolsi traccie di vegetali e frammenti di ossa di rettili, ed era nella porzione più recente della zona raibliana; a Lauco, Avaglio, Cludinico e nelle vicinanze di Muina e Raveo, frequenti tronchi di calamiti spesso convertiti in pirite stanno sotto la zona a *Myophoria Kefersteini*; vicino al passo della Morte, verso Fredolo, il banco antracitico sembra del pari inferiore alla zona calcare con fossili raibliani. Epperò tutto accenna ad una plurarità di orizzonti carboniferi nel dominio del Trias superiore, tra i due estremi dei tufi di Wengen e della zona a *Corbula Rosthorni*, la superiore nel gruppo raibliano; tutto svela la varietà delle

vicende orografiche, che accompagnavano il graduato sommergersi della regione corallina sotto un mare più libero, rappresentato dalla formazione seguente.

Dolomia principale.

Trovai molto giusto di non porre alcuna differenza tra *Hauptdolomite* e *Dachsteinkalk*, come si osserva sulla Carta del signor Mojsisovics; anzi è tale la fusione di questi due piani, ove manchi l' intermezzo delle formazioni eteropiche del piano retico, che anche in uno spaccato in grande scala, per la scarsità tuttora lamentata dei fossili e per la più imbarazzante analogia delle rocce, si sarebbe impossibilitati a stabilire una tale divisione; per quanto essa sia giusta e evidente altrove, anche a breve distanza dalla regione da noi esaminata. Io non saprei indicare una differenza litologica tra le due dolomie; anzi varietà grandissime di rocce dolomitiche si alternano coi calcari, non solo nel Trias ma anche nel Giura e nel neocomiano. Soltanto si potrebbe osservare che dal raibliano in su mancano quelle masse non stratificate, che nei precedenti periodi a guisa di grosse focacce si interponevano tra i sedimenti di rocce aggregate; e la differenza è marcatissima, specialmente dove si ponno contemporaneamente osservare i due gruppi delle dolomie sopra e sotto il piano di Raibl, come sul versante occidentale del monte Antelao, al monte Cristallo, intorno al monte Piana (che offre un così bel panorama della regione dolomitica) nella valle di Sappada e meglio ancora nelle valli di Sauris, di Dogna e di Aupa, nelle Alpi carniche. Di questo contrasto poi il signor Mojsisovics cita altri bellissimi esempî nel gruppo dello Schlern e nei monti dell'Ampezzano, specialmente sull'altipiano del Nuvulau. Tale contrasto però non fa che stringere maggiormente le due formazioni dolomitiche, tra le quali manchi la zona eteropica retica, in una unità stratigrafica tuttora indivisibile.

Dove io ho potuto osservare con qualche dettaglio, come nella provincia di Udine, m'è parso di constatare la prevalenza di calcari bituminosi, brecciati, scagliosi alla base della dolomia principale, in contatto od al posto della zona gessifera superiore. Ma d'altro lato, superiormente e anche forse al limite del Trias coll'Infralias, abbiamo nella stessa provincia e nelle adiacenze di Longarone una zona di *piroscisti*, passante a vera *lignite bituminosa*, colla quale si allineano i giacimenti di Cernepotoch, rio Resartico, val di Ledis, Avasinis, Val Frondison, Tramonti di Sopra, val di Sesis e rio Ciolesan, presso Claut. Questo piano a combustibili rappresenta in vero un'altro problema di difficile spiegazione, compreso com'è tra rocce calcari del più specchiato carattere pelagico, senza brecce nè arenarie, senza alcuna traccia organica vegetale, che denoti una terra nemmeno lontana. Si direbbero le vestigia di un *mare di sargassi*. Questo piano non corrisponde, per quanto attualmente si conosce, alle ligniti collegate o sottostanti alla zona di *Megalodus* cf. *pumilus* Gümb (che fu poi determinato con nuovo nome specifico dall'egregio mio collega prof. Meneghini e detto *Megalodus carinatus*) del calcare grigio, che io ritengo oolitico, del Veneto occidentale. Questo più recente orizzonte d'origine continentale entra nella zona di Noriglio e dalle filliti di Rotzo e ne parleremo più sotto. Per non tacere però un argomento, che altri potrebbe giudicare contrario a questa mia distinzione tra questa zona di piroscisti ed il piano di Noriglio

e di Rotzo, osservo che questo piano non si estende a levante del Brenta e che i confini stratigrafici e topografici del Lias veneto sono ancora poco sicuramente delineati. Come conviene che ricordi la esistenza a questo livello del *calcare bituminoso di Seefeld*, con fauna ittiolitica propria, la quale ritiensi coeva alla dolomia principale. Con quella approssimazione, che può ottenersi ove mancano i fossili coll'osservare dall'una all'altra valle il continuarsi delle formazioni, io sarei tuttavia indotto a mantenere una tale distinzione sino a prova contraria, anche a costo di rinunciare pel momento ad una associazione, che in apparenza semplificherebbe d'assai la stratigrafia delle montagne calcari del Veneto.

Se ci affidiamo alla fauna fossile di questo grande complesso di dolomie superiori al Raibliano, non siamo più fortunati. Si può fare una raccolta abbondantissima di nuclei di *Megalodus*, uno diverso dall'altro, e trovarsi ancora nella difficoltà non solo di affermare la reale spettanza degli esemplari ad una o più specie di questo genere, che visse anche nel Giura, ma persino di decidere se si tratti di questo o dell'affine genere *Conchodon*, che secondo lo Stoppani sarebbe caratteristico della dolomia infraliasica. Il signor Hörnes, nella sua pregevolissima pubblicazione sui *Megalodus* delle Alpi orientali (¹) nega recisamente l'esistenza di questo genere e dei caratteri che ne hanno motivato la fondazione; ma la sua affermazione mi pare troppo recisa ed intendo ricercare sino a qual punto sia sostenibile in occasione di uno studio in corso sulle specie giuresi di questo stesso genere e di altre bivalvi affini. Secondo i risultati di questo studio del signor Hörnes, sarebbero caratteristiche della vera dolomia principale, triasica, le specie sottonotate; delle quali però il *M. Tofanae* sarebbe molto recente e salirebbe col *M. Ampezzanus* il piano retico, per dar la mano al *M. pumilus* del Lias o dell'Oolite inferiore. Anche le impronte dei gasteropodi e dei brachiopodi sono spesso indeterminabili.

Attendo la pubblicazione delle forme nuove riscontrate dal signor Hörnes nelle frane dell'Antelao, verso valle d' Otten, ed in quelle della valle di Rin presso Auronzo, dal lato del monte Marmarole; però questo stesso geologo raccolse non poche delle specie lombarde di questo livello. Nelle frane di Borca sono abbastanza frequenti i *Dicerocardium*. Nella regione a sud-ovest del Brenta, le forme si limitano a quelle descritte dal Benecke e specialmente al *Turbo solitarius*, del quale i migliori esemplari si raccolgono sulle pendici orientali del monte Summano, presso Schio. Il genere *Gyroporella* sarebbe secondo il signor Benecke esclusivo a questo periodo.

La maggior parte delle specie caratteristiche di questo piano sono descritte e figurate dallo Stoppani (²). Nella più volte lodata opera sulle montagne dolomitiche vengono citate le seguenti:

Megalodus Gümbeli Stop. | *Megalodus Damesi* Hörn.
» *complanatus* Gümb. | » *Tofanae* Hörn.
» *Mojsvari* Hörn. | *Dicerocardium Wulfeni* Hörn.

(¹) *Materialien zu einer Monographie der Gattung Megalodus;* con sette tavole. Abhandlungen k. Viss. Akademie v. Wien 1880.

(²) N. Stoppani, *Paléontologie lombarde. Couches à Avicula contorta.* Appendice.

Dicerocardium Ragazzoni Stop.	*Turbo solitarius* Ben.
» *Jani* Stop.	» *Taramelli* Stop.
» *Curioni* Stop.	» *Seguenzae* Stop.
Hemicardium dolomiticum Lor.	*Natica longiuscula* Stop.
Avicula exilis Stop.	*Chemnitzia eximia* Hör.
Arca rudis Stop.	*Turritella trompiana* Ben.
Trigonia Balsami Stop.	» *lombardica* Ben.
Trigonotus superior Lor.	*Pleurotomaria Inzini* Stop.
Mytilus radians Stop.	*Delphinula Escheri* Stop.
» *Cornaliae* Stop.	» *diadema* Stop.
Myoconcha Brunneri Hau.	» *pygmaea* Stop.
Gervillia salvata Bronn.	*Rissoa alpina* Gümb.
Pinna reticularis Ben.	*Gyroporella vesciculifera* Ben.

Lo spessore di questa duplice formazione dolomitica. anche se vogliamo misurarlo dagli strati di Raibl al calcare grigio con fossili liasici delle vicinanze di Longarone e di Forni di Sotto (monte Resto e monte Najarda), non è grandissimo. Il fatto della esistenza di calcari oolitici di calcari grigi simili ai liasici nella massa dell'Antelao è sicuro ; quantunque non sia bene precisata la posizione di tali rocce. Nel Museo poi della r. Università di Padova sonvi esemplari di *Spirifer rostratus* delle frane di Borca. La fauna liasica di Sospirolo descritta dal signor Uhlig, proviene quasi completamente da dolomie, in addietro giudicate triasiche dopo che erano state già per mezzo secolo chiamate giuresi. Epperò lo sviluppo dei calcari liasici e delle dolomie infraliasiche deve essere in realtà assai grande, quantunque ora non si possa in alcun modo precisare e per conseguenza sia difficile arguire la potenza approssimativa della dolomia principale. Così lungo l'orlo della rottura, che ho accennato esistere in Friuli al contorno della depressione adriatica, ai monti Rault, S. Simeone, Chiampon, Lasciplas, la dolomia principale sembra misurare una potenza non minore di mille metri, ma non conosciamo precisamente dove incominciano gli strati del Lias. Il monte Canino è una massa di quasi 1500 metri di dolomia, che si direbbe tutta del periodo carnico; ma la esistenza di lembi titoniani nel non lontano monte Manghert e la regolare stratificazione della porzione terminale della montagna con strati calcari rossicci, rendono assai probabile che una buona parte, forse la metà di questa massa, spetti al periodo infraliasico. Ond' è che non andremo lungi dal verosimile ritenendo che la dolomia principale nelle provincie venete attinga al massimo uno spessore di 800 metri. Superiormente abbiamo altresì altre dolomie, regolarmente stratificate; ma queste entrano nel sistema giurese, spettando sicuramente all' Infralias ed a luoghi anche al Lias inferiore. Lo stabilire sicuramente i limiti di questa formazione è attualmente impossibile ; ed è per questa ragione che non mi sono creduto abilitato a distinguere sulla Carta una formazione *retica*, che sarei stato bene imbarazzato nel descrivere e nel delimitare, quantunque la presenza di una *Terebratula* cf. *gregaria* Suess (¹) a Sospirolo e della *Plicatula*

(¹) D. V. Uhlig, *Ueber die liasische Brachiopoden Fauna von Sospirolo bei Belluno.* Sitz.-Ber. k. Ak. Wiss. Wien. Octob. B. LXXXI. 1879.

intustriata al versante nord del monte Verzegnis, faccia sperare che in un giorno non lontano sarà conosciuto meno imperfettamente questo limite tra il Trias ed il Lias delle Alpi Venete.

Recentemente l'egregio mio amico cav. Andrea Secco esplorò con molta cura la dolomia che sottosta ai calcari liasici presso Solagna ed Oliero, a nord di Bassano e potè raccogliere parecchi esemplari di piccoli megalodi, di gervillie e di gasteropodi assai analoghi al *Turbo solitarius* e sembra che veramente nella chiusa del Brenta la dolomia retica si spinga molto vicino alle formazioni giuresi, che poi coronano gli altipiani stessi lateralmente. Al medesimo signore dobbiamo molte interessanti notizie su quei dintorni di Bassano, così degni di studio, e sono raccolte in uno scritto assai brillante col modesto titoto di *Guida alpina di Bassano*; il Museo di Pavia gli deve molti fossili giuresi e cretacei delle cave di Solagna e del monte Grappa, i quali hanno servito a me ed al signor Parona negli studî che verrò più sotto menzionando. Devo pure ricordare le diligenti ricerche fatte nella stessa regione in questi ultimi anni dal giovane naturalista dott. Arturo Rossi, al quale si deve la scoperta della zona inferiore dell'oolite con *Harpoceras Murchisonae* nel gruppo del M. Grappa ed una interessante collezione, che hà raccolto nella sua casa in Possagno.

CAPITOLO X.

Calcari e dolomie del Lias. Formazioni giuresi inferiori.

In una recente mia pubblicazione [1] ho combattuto il parallelismo del piano di Rotzo e di Noriglio col calcare rosso ammonitico lombardo, del quale descrissi un esatto rappresentante nel calcare ora rosso ed ora grigio dei dintorni di Longarone e di Erto. Non ancora mi sono persuaso di avere errato nella mia opposizione ai signori Zittel, Lepsius e Gümbel ed ai geologi austriaci, i quali hanno essi pure accettata la liasicità della zona fillitica descritta come oolitica dal sig. barone A. De Zigno. Questa idea era molto in armonia colle fortunate teorie sulla equivalenza delle varie *facies* litologiche e paleontologiche ed è naturale che io rimanessi solo o quasi solo in questa mia opinione [2]. Tuttavia mantengo la convinzione che lo ammettere a così brevi distanze tanto forti differenze di condizioni

[1] T. Taramelli, *Monografia stratigrafica e paleontologica del Lias nelle provincie Venete.* Venezia, 1880.

[2] Nello scorso anno, rispondendo al alcune objezioni mossemi contro dai signori Bittner e Neumayr, io ho sostenuto nuovamente il mio riserbo nell'accettare la equivalenza tra la zona di Rotzo ed il Lias superiore di Lombardia (Vedi Rendiconti del r. Istituto lombardo, seduta 24 marzo 1881) e dichiaro come le recenti scoperte di altri giacimenti di cefalopodi liasici nelle Giudicarie e nel Trentino hanno ancora aumentata la mia speranza che si finirà col porre in luce una reale sopraposizione della prima al secondo. Ben inteso che contradirei a me stesso se non ammettessi che può essere in parte liasico il così detto *calcare grigio*; avendo anzi io fatto conoscere un bel gruppo di cefalopodi liasici, raccolti in tale roccia sopra Erto. La questione è: se appartengano al Lias gli strati fillitici di Rotzo, le ligniti a *Megalodus pumilus* di Grezzano, gli strati a fauna con tipo oolitico di Rotzo ed alta valle di Chiampo; ed è appunto questa questione che non ritengo

d'ambiente da localizzare e separare completamente due faune *marine* tra loro completamente diverse, come sono quella del Lias superiore a tipo lombardo e quella del calcare grigio di Rotzo e di Noriglio, parmi una soverchia fidanza nella verità delle accennate teorie. Egli è vero che trattandosi di rocce di mare profondo, pochi metri portino nei dintorni di Longarone e di Erto dal Lias a *facies* lombarda al titoniano; e nel Veronese una molto maggiore potenza di strati calcari o di ooliti separi la *facies* di Noriglio dello stesso titoniano, accennando così ad una molto diversa intensità di deposito nelle singole regioni del fondo marino di allora. Di guisa che a giudicare della posizione stratigrafica, gli strati a *Lithiotis* [1] sotto la Madonna della Corona sarebbero molto più antichi della zona ad *H. bifrons* di Ignè presso Longarone e di Erto. Ma non è meno vero che se vi sono livelli distinti per grande continuità, questi sono quelli dei calcari a cefalopodi; i quali però spesso si riducono a così tenue potenza da richiedere le più accennate ricerche per essere scoperti. Aggiungerei per appoggiare il mio riserbo che lo strano organismo che è compagno alla fauna di Noriglio, la *Lithiotis problematica* Gümbel, è di fatto una forma dell'*oolite inferiore*, *che si spinge sino al calcare rosato* oxfordiano delle vicinanze di Rotzo, talora a distanza di pochi metri [2] dal piano titoniano. Essa compare nel Tirolo orientale presso Ampezzo e nel Bellunese sopra Fonzaso, in un calcare oolitico; in quest'ultima località, come io ho constatato, a brevissima distanza dal Giura superiore. Ma questa *Lithiotis* è certamente un organismo, al quale possiamo concedere un valore stratigrafico ancora molto minore di quello che dobbiamo attribuire alle accennate forme di brachiopodi.

ancora risolta, per quanto siano persuasi del contrario i signori geologi qui menzionati. Ricordo poi come nella mia *Monografia* del Lias nelle provincie venete abbia ammesso che appartengano a quest'epoca gli strati a *Gervillia Buchi* di Pedescala, i quali sono sensibilmente inferiori a quelli che contengono le filliti e la fauna a tipo oolitico di Rotzo. Osservo inoltre che la questione sarà molto rischiarata quando noi potremo conoscere esattamente la posizione della zona di S. Vigilio, la quale può anche non rappresentare i più antichi strati bathoniani della serie giurese nel Veneto; tanto più che anche recentemente l'egregio sig. Nicolis mi assicurava come la zona ad *Harpoceras Murchisonae* trovisi *a poco più di due metri sotto l'oxfordiano* a Zulli, dove questo signore rinvenne le più caratteristiche specie di tale livello. Dimostrasi in tal guisa come fossero giusti gli apprezzamenti del sig. De Zigno sulla posizione dei calcari immediatamente sottostanti al kimmeridgiano nel Veneto occidentale.

[1] Vedi A. De Zigno, *Sulla Lithiotis problematica di Gümbel.* Memoria r. Ist. veneto, Volume XXI, 1879. — Gümbel, *Lithiotis problematica.* Abhandl. d. k. bayer. Ak. d. Wiss. XI, Bd. München, 1871.

[2] Nello spaccato pazientemente rilevato sopra Pedescala ed esposto dal sig. Neumayr (1881) un calcare rossiccio a *Tereb. Rotzoana* e *Megalodus pumilus* è separato dal calcare rosso ammonitico del Giura superiore per soli 8 piedi (met. 2,52) di un calcare gialliccio alquanto dolomitico senza fossili. Non essendovi quivi nè trasgressioni nè salti in questi due metri e mezzo possiamo non condensare tutto il Giura inferiore? Quello spaccato, al pari del mio, prova al più la liasicità della *Gervillia Buchi* De Zigno, che io pure ho ammesso. Nel profilo a Tanzerloch di Camporovere la detta terebratula è immediatamente inferiore al calcare con *Posidonomya alpina*, non potendosi neppure quivi ammettere discordanze o disturbi stratigrafici. Epperò si potrebbe con eguale diritto proporre la contemporaneità della zona di Rotzo colla zona di S. Vigilio; visto anche che in quest'ultima località ed al monte Grappa, dove la zona stessa è assicurata, manca, per quanto è noto, la forma litologica del calcare grigio, e quanto più importa, manca la zona a filliti colle specie animali di Noriglio, di Rotzo ed altri punti del Veneto occidentale.

Possiamo bensì affermare, indipendentemente da ogni più o meno probabile parallelismo, che la *facies* di Noriglio corrisponde ad una formazione maremmana. La flora di Rotzo inoltre accenna ad un periodo di emersione sopra una considerevole area, le sue vestigia estendendosi per tutto il Veneto a ponente del Brenta e nel Trentino. Orbene, possiamo noi combinare questo periodo di emersione, o se vuolsi questa locale emersione, colla esistenza in Lombardia, nel Trentino stesso e nel Bellunese degli strati pelagici a cefalopodi della zona ad *Harpoceras bifrons?* Altra cosa è il dire che nel Veneto vi sono dei *calcari grigi liasici*, nel che pienamente convengo; anzi credo di averlo dimostrato più sicuramente degli altri geologi che studiarono questa regione, descrivendo un gruppo di cefalopodi liasici rinvenuti appunto in calcare grigio. Ed altra cosa è l'affermare la contemporaneità delle accennate due *facies*. Tutt'al più questa seconda affermazione rimane nel campo delle ipotesi, e come tale non va certamente dimenticata.

Il fatto d'altronde della esistenza delle dette terebratule alla Bicicola di Suello colla *T. Aspasia* Mng. non ha valore, nel senso di provare la contemporaneità sostenuta dallo Zittel; poichè precisamente quivi manca il piano ad *H. bifrons* ed alla Bicicola vi è un deposito di questo più antico, con forme prossime ma non *identiche* alle due terebratule del calcar grigio del Veneto occidentale. Questo fatto prova l'antichità di queste forme di brachiopodi, al pari di quella valva di terebratula vicina alla *T. Rotzoana* da me raccolta sopra un *Aegoceras* liasico di Erto. Per mio conto divento sempre meno sicuro dei parallelismi e delle equivalenze, che non abbiano una sicura dimostrazione nella differenza litologica del sedimento originario: epperò se ho accettata la teoria dell'origine delle masse dolomitiche infraraibliane per opera di banchi corallini e d'altri organismi, non accetto questo modo di vedere, quantunque appoggiato da autorità tanto rispettabili; e mi attengo a questo riguardo alla classificazione del signor Benecke ([1]).

Nel caso pratico però di colorire una Carta in piccola scala è naturale che io accettassi la associazione in una sola tinta pel Lias e pel Giura inferiore, quale venne praticata anche dal signor Mojsisovics: poichè sarei stato imbarazzatissimo nel porre il limite topografico tra le due formazioni; sebbene, come ponno far fede i dettagli stratigrafici contenuti nell'accennata mia Monografia, non abbia risparmiato fatiche per seguire attentamente le serie dei terreni. Quantunque abbia ora poco tempo disponibile per le escursioni, pur ritengo di aver percorso l'area della Carta almeno quanto basta per giustificare il mio riserbo nell'accettare a questo riguardo i parallelismi cronologici proposti dagli egregi geologi stranieri. Nè sembri questa una contradizione con quanto ho fatto a proposito del Permiano. In quel caso avevamo in appoggio della permicità delle arenarie, dei conglomerati, dei porfidi e del calcare a *Bellerophon* un complesso *di analogie litologiche e paleontologiche.* Qui tanto i fossili di Noriglio e di Rotzo come quelli di Erba e di Erto sono in calcari marini, e si alternano topograficamente a breve distanza; dimani può essere provato che coesistano nella medesima area. Non abbiamo tutti gli estremi per affermare

([1]) Alludo alla classificazione seguìta nella Memoria: *Trias und Jura in den Sudalpen*, non a quella esposta nel quadro che chiude quella Memoria.

che la *facies* di Noriglio, colla flora oolitica di Rotzo, sia comparsa in epoca liasica. Epperò io li giudico due livelli distinti e successivi e mantengo il primo nel Giura, sotto il piano ad *H. Murchisonae* di S. Vigilio. Quanto alla nota delle specie del così detto calcare grigio, esposta dal signor Neumayr (¹) e che io potrei anche aumentare, non credo opportuno di introdurla in questo scritto; poichè sono specie di più località e probabilmente di livelli diversi. Così non ho creduto di impiegare questa denominazione litologica, la quale può esser causa di errori ancora più gravi di quelli ai quali si andò incontro col nome di calcare rosso ammonitico nelle prealpi italiane.

Riporto con qualche modificazione motivata da recenti scoperte la serie dei terreni liasici e giuresi allora stabilita per le due regioni del Veneto, a ponente ed a levante del Brenta; rimandando il lettore a quel lavoro per quanto concerne la storia dello studio di tali terreni e per i dettagli stratigrafici. La serie è la seguente:

Pel Veneto occidentale

1° *Infralias o retico* (*partim*); poco noto, comprende i calcari e le dolomie che ponno esistere superiormente alla dolomia a *Turbo solitarius.*

2° *Sinemuriano* o Lias propr. detto; ignoto.

3° *Toarciano o sopraliasico;* al pari ignoto.

4° *Bathoniano*:

a Zona a *Gervillia Buchii*, forse sopraliasica.

b Zona a *Terebratula Rotzoana* e filliti con *Megalodus carinatus* Mng.

c Calcare a *Lithiotis.*

d Zona di S. Vigilio ad *H. Murchisonae.*

e Zona a *Posidonomya alpina.*

5° *Oxfordiano;* comprende forse la maggior parte dei calcari incarnati, sicuramente poi la zona a *Pelt. trasversarium;* di S. Corona, Masi, Zulli, Erbezzo (veronese) dove si rinvengono forme siciliane della zona a *Stephanoceras macrocephalum.*

6° *Kimmeridgiano;* strati ad *Aspidoceras acanthicum*, distinti nella zona inferiore ad *Oppelia tenuilobata* (a Fosse nel Veronese) e nella zona superiore ad *Aspid. Beckeri* (a Camporovere).

7° *Coralliano;* è ignoto, se pur va distinto.

8° *Portlandiano; Diphyakalk*, strati a *Phylloceras ptychoicum* o titonico inferiore. Il Titoniano superiore si fonde col neocomiano o *biancone*, del quale gli strati più profondi contengono copiosa una varietà della *Terebratula diphya.*

Nello stato presente delle nostre cognizioni sembrami necessario stabilire una serie alquanto diversa pel Veneto a levante del Brenta; e non per proporre dei parallelismi e delle equivalenze di *facies*, ma per confondere il meno possibile coloro che continueranno lo studio dettagliato e paziente di questo sistema di formazioni, mantengo pel Veneto occidentale la serie seguente.

(¹) Neumayr, *Ueber den Lias in südöstlichen Tirol und in Venetien.* Neu. Jahrb. für Min. Geol. und Pal., 1881, I B.

1° *Dolomia a grossi Megalodus* (*Conchodon*) nel monte Amarianna; calcari a *Plicatula intusstriata* del monte Verzegnis; dolomie a *Terebratula* cf. *gregaria* di Sospirolo; zona dei piroscisti del Friuli e di Longarone.

2° *Sinemuriano;* calcari e dolomie a brachiopodi presso Sospirolo, forse equivalenti al piano di Hierlatz.

3° *Toarciano o sopraliasico*; zona a cefalopodi di Ignè e di Erto con *Harpoceras bifrons*, *H. Mercati*, *Phyll. Nilsoni* ecc.

4° *Bathoniano;* tenue potenza di strati sopra il precedente; calcare bianco marmoreo ad *Arp. Humphresianum* di Campotorondo.

5° *Oxfordiano?;* brecce con ostree della Venzonazza; calcare rosso ammonitico con fossili poco conservati nei monti a sud di Feltre; calcari selciosi ad aptichi; dolomie.

6° *Kimmeridgiano;* calcare rosso, o scuro, grigio, cloritico ad *Aspidoceras acanthicum* dei monti a nord di Feltre e di Bassano, di Campotorondo, di Cesio, di Roja e Podenzoi presso Longarone ([1]), di Claut, S. Agnese, S. Simeone in Friuli.

7° *Coralliano?;* Fauna di Coltura e Polcenigo a *Cardium corallinum*, *Diceràs arietinum*, *Ptygmeatis Bruntatana*, *Ptygm. Carpatica.*

8° *Portlandiano*, *Diphyakalk;* sino ad ora non bene distinto dalla zona ad *A. acanthicum* sebbene attestato dalla esistenza della *Terebratula diphya* a Podenzoi, a Campotorondo e presso Campel di Cesio.

Vedremo ora delle più salienti particolarità che risguardano i terreni liasici e dell'Oolite inferiore, movendo da ponente a levante nell'area della nostra Carta.

Alle cave di Torri, sul lago di Garda, troviamo sviluppato il piano ad *Asp. acanthicum;* alla punta di S. Vigilio abbiamo invece le ooliti a crinoidi, appena inferiori alla zona dei calcari incarnati o giallognoli ad *H. Murchisonae.* Nello spazio intermedio abbiamo l'affioramento di non grande potenza di strati, che separano questi due orizzonti. Questi sono calcari più o meno marnosi, mandorlati, screziati di varie gradazioni di tinte pallide; oppure calcari subsaccaroidi, granulosi, passanti a calcari compatti, analoghi a quelli del neocomiano. E molto importante di notare come lungo la sponda del lago gli strati sieno quasi paralleli alla sponda stessa, piombando con forte inclinazione nel lago. Per tale loro posizione avviene che in tutto l'accennato tratto è molto se si attraversa una reale potenza di strati di un centinaio di metri. E ciò dico onde il lettore ponga mente alla prossimità grande che presenta il piano ad *Harpoceràs Murchisonae* rispetto al Giura superiore. È poi noto come nei detti calcari subsaccaroidi, in uno stretto spazio presso ad una fonte, affiori il piano a *Posydonomia alpina*, pur questo scoperto come il piano S. Vigilio dal sig. Benecke. Quivi abbonda soltanto la bivalve caratteristica ed il piano non presenta quella varietà di forme, che troveremo altrove. Per l'accennata prossimità del piano bathoniano superiore al kimmeridgiano, coll'intermezzo dei calcari rosati che rappresentano l'oxfordiano, io ritengo assai probabile che sotto alle ooliti ed ai calcari giallastri delle grandiose cave del Capo S. Virgilio, sicuramente inferiori al

([1]) C. F. Parona, *Fossili degli strati ad Asp. acanthicum di Longarone.* Atti r. Ist. veneto, 1880.

piano ad *H. Murchisonae*, esistano i calcari a *Terebratula Rotzoana* ed a *Megalodus pumilus;* però nè quivi nè lungo il sentiero che va da Albisano a Caprino, nè sulle pendici del monte Baldo non ho potuto accertare la presenza di questi fossili. Sotto la vetta del Baldo però nei calcari e nelle dolomie sono frequenti le impronte ed i modelli di megalodi ed è probabilissimo che quivi affiorino quelle rocce che sono sepolte sotto i calcari di Capo S. Vigilio e sotto i calcari a crinoidi della chiusa di Ceraino, presso Rivoli. Dove questo piano però affiora coi fossili caratteristici, tra i quali spiccano oltre i nominati megalodi la *Perna mirabilis* Leps. e la *Turritella terebra* Ben., si è nella discesa dal santuario di S. Corona a Brentino, a met. 440 sotto al livello d'affioramento del rosso ammonitico. Gli strati fossiliferi hanno la potenza di 4 a 6 metri. Essi si ripetono identici sotto al monte Pastello, verso la valle dell'Adige; anzi quivi si aggiungono le filliti oolitiche, che da questo punto sino a Rotzo accompagnano sempre con maggior o minore potenza la zona a *Terebratula Rotzoana*, limitando in generale verso l'alto lo sviluppo di questa e segnando così la base della zona invasa dalla *Lithiotis*. Sono località più ricche di fossili: il Vajo del Paradiso presso Grezzano, le vallicole di Salaorno e di Zugliani presso Rovere di Velo, i Pernigotti sotto S. Bartolomeo, il passo della Trappola ed i dintorni dell'Osteria Spiazzoi, alla Giazza, al monte Fontana ed a Langri di Crespadoro. Ai Pernigotti la serie del Giura medio è molto ridotta. È rappresantata cioè da calcari incarnati e da calcari subsaccaroidi, con fossili poco distinti. Al di sotto stanno gli strati di calcare giallognolo o grigiastro a *Lithiotis*, che ricoprono immediatamente i banchi a *Terebratula Rotzoana*. Questi banchi in questo caso non solo ricoprono ma comprendono la zona a filliti, contraddistinta quivi da straterelli di marne giallognole a *Tracia tirolensis* Ben., *Pleuromya elegans* Ben., *Ceromya papyracea* Ben., *Perna mirabilis* Leps. Potrebbe essere che questa serie rappresenti non un deposito alternato di strati marini e terrestri, ma un tranquillo seno di mare, ove si raccoglievano delle fronde fluitate di vegetali; oppure fu un avvicendarsi di maremme e di paludi, in area non invasa da torrenti, come avvenne ad esempio nell'Istria durante il periodo liburnico. Infatti in nessun punto, per quanto io sappia, il piano fillitico del Giura inferiore veneto presenta arenarie o puddinghe, che accennino a prossimo sbocco di torrente o di fiume; nemmeno quando i calcari con filliti sono accompagnati da lignite, come a Langri, al Vajo del Paradiso ed al monte Pastello.

Altra sezione importante è quella della salita da Pedescala a Rotzo, nel Vicentino, che qui riporto in succinto. A quaranta metri dagli ultimi strati di dolomia a *Turbo solitarius*, incontrasi uno strato calcare, a venature cloritiche, con terebratule (*T.* cf. *prumus* Stop.), coperto da marne variegate, nelle quali il sig. De Zigno osservò bivalvi e fucoidi ed io non trovai alcun fossile. A circa 90 metri della detta dolomia incontrasi lo strato a *Gervillia Buchi*, sopra il quale immediatamente si appoggiano le più basse ooliti, sempre alternate con banchi di calcare grigio. Le *Lithiotis* compajono solo 30 metri più in alto e si accompagnano per oltre 140 metri di salita, che però forse non ne misurano altrettanti di potenza in causa dell'inclinazione degli strati, dolcemente volgenti a nord-ovest. I piroscisti, che assai probabilmente corrispondono al non lontano deposito di filliti di Rotzo, affiorano verso l'estremo della zona occupata dalla singolarissima alga e subito dopo seguono i calcari

marmorei variegati, che io riporto al piano di S. Vigilio. Presso alle case di Hangar, a circa 620 metri sulla dolomia triasica, sta il rosso ammonitico e quivi presso incomincia col *biancone* la serie cretacea [1].

Gli strati di Klaus, a *Posidonomya alpina*, affiorano due chilometri dopo Rotzo, quindi a Camporovere (al Tanzerlog), al Gelbach presso Canove, da Rotherbrun a monte Longera, presso Gallio, e su questo monte presso la pozza d'acqua sulla via che conduce a Campo Mulo. Secondo un profilo rilevato dal sig. Neumayr al Tanzerlog di Camporovere il calcare gialliccio e rossiccio a fossili del piano di Klaus riposa direttamente sopra un banco di 0,75 con *Terebratula Rotzoana*, la quale quivi sale più in alto che la *Lithiotis;* nè questo profilo è molto in armonia colla tesi che sostiene l'egregio geologo austriaco. Più a nord-est il sig. Vacek [2] accenna questo medesimo banco presso Marcesina. Non trovai il banco che somministrò al sig. Schauroth la bella faunula del calcare grigio di Rotzo, la quale si trova in qualche modo figurata nel suo libro notissimo [3] alla Tavola II e III e descritta a pagina 124 e 136. Al detto autore parve completamente nuova; ma in seguito la *Terebratula fimbriaeformis* venne associata alla *Renieri* Catullo ed identificata alla specie del Lias medio di Lombardia; delle altre specie nessuno si è più occupato, ma rimane il fatto che esse costituiscono un complesso di forme a fisonomia oolitica, che non si ponno collocare a piacimento ove più garba, in conformità alle analogie suggerite dalle molto variabili forme degli accennati brachiopodi.

Movendo più a levante, nel bacino del Cismone, troviamo scarsissime tracce del Giura inferiore e del Lias. Però ebbi dall'amico pregiatissimo il cav. Andrea Secco di Bassano alcuni esemplari di una bella fauna a *facies* di brachiopodi, proveniente dalle Croci di Sagan in Val Tesino che va riferita con molta probabilità al piano ad *H. Murchisonae;* come lascia credere un frammento di ammonite riferibile a questa specie. Vi si rinvennero [4] la *Terebratula Lossii* Leps., *Ter. Seccoi* Par., *Ter. Curviconcha* Opp., *Waldheimia* cfr. *Cadonensis* E. Desl., *Rhynchonella Seganensis* Par., *Rh. Theresiae* Par., *Rh. Corradoi* Par. La roccia è un calcare bianco cereo, analogo a quello della detta fonte a sud di Torri. La esistenza della *Perna mirabilis* in grandissima copia nei calcari grigi di Val Sella, che ho constatato nello scorso autunno, rende probabilissimo che la fauna del giura inferiore si estenda almeno sino alle falde del Cima d'Asta. Raccolsi anche due esemplari di *Lithiotis* nella chiusa a nord di Fonzaso, in un calcare oolitico giallognolo.

[1] Il signor Neumayr nell' accennato suo lavoro espone un profilo molto più dettagliato, enumerando 53 suddivisioni colla rispettiva potenza; sono dati certamente attendibili da cui risulta che un calcare rossiccio con *Terebratula Rotzoana* e *Megalodus pumilus* è inferiore quivi di *otto piedi* al calcare rosso ammonitico del Giura superiore. Confesso che non ho mai trovato questi fossili che si vogliono liasici così vicini al titoniano e ringrazio l'illustre geologo viennese della conferma che porta al mio modo di vedere circa l'ooliticità di queste specie. Però io non voglio dare troppo peso a questo argomento, limitandomi dal canto mio a ritenere insoluta la questione rispetto alla contemporaneità proposta dallo Zittel tra la *facies* lombarda e la veneto-trentina del Lias superiore.

[2] Verhandl. k. k. geol. R. A. 1877. 17 B.

[3] C. Schauroth, *Verzeichniss der Versteinerungen im Herz. Naturalienkabinet in Coburg*, 1865.

[4] Parona e Canavari, *Brachiopodi oolitici di alcune località dell'Italia settentrionale*. Atti Soc. tosc. di scienze nat. 1882.

Nell'Ampezzano il sig. Hörnes osservò megalodi e quest'alga più volte nominata; dai monti di Fanis poi provennero specie sicuramente liasiche ([1]), che esistono al Museo della Università di Vienna, quali: la *Terebratula Aspasia* Mng., la *T. Taramellii* Gemm., *T. Piccininii* Zittel., *T. rudis* Gemm., *Waldheimia securiformis* Gemm., *Rhynchonella Briseis* Gemm., *Rh. flabellum* Mng., *Rh.* cf. *Meneghinii* Zittel. D'altronde è accertato che vi si trova pure il piano di Klaus per le *Rhynchonella Atla* e *coarctata* Oppel.

A sud di Agordo, al monte Pizzon, al monte del Fieno ed al Corno della Valle, i calcari regolarmente stratificati ricoprono la dolomia triasica con grande potenza; e che tra essi vi sieno strati liasici lo provano due belli esemplari di *Inoceramus dubius* Sow., raccolti in un masso franato sopra la miniera di Valle Imperina. Ancora più a sud abbiamo le frane di Sospirolo, dalle quali come si è detto si trassero anche numerose specie di fossili liasici, studiati dal sig. Uhlig ([2]). Nei monti tra il bacino bellunese ed i colli trevisiani e di Bassano ogni distinzione tra il Lias ed il Giura inferiore è impedita dalla dolomitizzazione di tutte le formazioni giuresi sino a breve distanza dal titoniano e talvolta dallo stesso *biancone*. Però al monte Grappa furono dal sig. Arturo Rossi di Possagno raccolti degli esemplari di *Harpoceras Murchisonae*, di *Terebratula Rossii* Can. e della *Ter. nepos* Can. ([3]). Attendesi per queste montagne una descrizione stratigrafica, di cui il detto sig. Rossi ora si occupa con molto amore.

Occorre però che ci portiamo nei dintorni di Longarone e di Erto, per potere di nuovo sicuramente affermare la esistenza del Lias superiore, senza affidarci ad induzioni di equivalenze più o meno incerte. Quivi infatti abbiamo presso Ignè la zona ad *H. bifrons* in strati rossi, marnosi, appena sotto a tenue spessore di calcare siliceo, che la separa dalla zona ad *Aspidoceras acanthicum*. Sopra Erto le stesse specie, con molte altre del Lias superiore lombardo, si raccolgono in un calcare grigio, inferiore di circa 20 metri ad una zona rossa, che potrebbe rappresentare il calcare rosato dell'oolite media; poi segue per una cinquantina di metri altro calcare grigio, selcioso, cloritico; finalmente le frane tolgono di vedere il contatto col kimmeridgiano, che però non può essere molto lontano. Infatti verso il basso la zona ad *Aspid. acanthicum* copre direttamente taluni calcari grigi, dalle cui frane ebbi un *Aulacoceras* e due ammoniti, che sebbene male conservati tuttavia accennavano indubbiamente al piano stesso che osservai in posto sopra Erto. Qui evidentemente la serie giurese è molto condensata in causa della tenuità dei singoli piani ed il livello che si può ritenere sicuramente liasico, si porta a breve distanza dal Giura superiore; precisamente come avviene in Lombardia, ove manca del pari od è estremamente ridotto l'intermezzo dei piani del Giura inferiore e medio esistente nel Veneto occidentale.

Nel Friuli riscontrai nel 1873 in una traversata da Tramonti a Forni di Sotto per valle di Viellia una potente zona di calcare grigio, compatto, selcifero, con

([1]) Neumayr M., *Die Zone der Terebratula Aspasia in den Sud Alpen*, Verhandl. k. k. geol. R. A. 11. 1878, Wien. — Mojsisovics, *Die Dolomit-Riffe* etc.

([2]) V. Uhlig, *Ueber die liasische Brachiopodenfauna von Sospirolo, bei Belluno*. Sitzb. d. k. Ak. d. Wiss. 1872, LXXX. B.

([3]) Canavari e Parona, *Brachiopodi oolitici* etc. 1882.

Rhynchonella variabilis Schl., e copiosissimi crinoidi. Tale roccia si estende a mattina ed a ponente di quella località a ridosso della dolomia retica; appunto come avviene nei monti a sud di Agordo ed a levante di Cibiana. Più a levante questi stessi calcari formano la porzione superiore del monte Resto e del monte Veszegnis ed è sul versante settentrionale di quest'ultimo che il sig. Stur rinvenne la *Plicatula intusstriata*. Inutilmente esplorai di nuovo la località e feci la salita del prossimo monte S. Simeone; chè non rinvenni alcun altro fossile tranne i soliti articoli di crinoidi di un calcare bianco, compattissimo, sottostante al rosso kimmeridgiano. Nè più fruttuose furono le mie ricerche nelle valli di Venzone, di Resia e di Raccolana, ove sperava di trovare qualche traccia sicura dell'esistenza del Lias tra quelle potenti masse dolomitiche. Epperò quivi questo terreno ed il Giura inferiore sono segnati solo in base all'analogia colle altre regioni, nelle quali il passaggio della dolomia al titoniano parimenti avviene attraverso a calcari regolamente stratificati, selciosi, oolitici, cosparsi di crinoidi; poichè tali rocce appunto sono in continuazione sino all'Isonzo. Questa indicazione varrà pertanto a guidare le future ricerche. Osserverò poi che in questi ultimi anni, in cui mi fu possibile per escursioni più larghe e per maggior copia di materiale di studio il formarmi un'idea meno imperfetta della serie giurese prealpina, non ho più potuto visitare quella contrada ove ne' miei anni giovanili viaggiava con molto desiderio di conoscere ma con mezzi assai limitati.

Il detto calcare con crinoidi e con brachiopodi, sottostante ad una zona di rosso ammonitico che può essere anche coevo al lombardo, compare oltre l'Isonzo ai monti Krn, Manghert e Triglau, ed anche gli altipiani del Merzavees e del Nanos devono essere in parte costituiti da rocce del Giura inferiore, quivi però strettamente congiunte coi calcari del coralliano e del kimmeridgiano [1].

I fossili liasici, riscontrati nei dintorni di Ignè, Longarone ed Erto sono delle specie seguenti.

Belemnites cf. *tripartitus* Schl.	*Coeloceras subarmatum* Y. et B.
Aulacoceras cf. *orthoceropsis* Mng.	*Aegoceras Birchi* Sow.
» *indunense* Stopp.	*Harpoceras bifrons* Brug.
» *Stoppanii* Mng.	» *Mercati* Hau.
Nautilus astacoides Y. et Bird.	» *comense* Hau.
» *semistriatus* d'Orb.	» *variabile* Hau.
Phylloceras Doderleinianum Cat.	» *Lillii* Hau.
» *Nilsoni* Hèb.	» *Aalense* Ziet.
» *Mimatense* d'Orb.	» *radians* Reink.
Amaltheus Guibalianus d'Orb.	» *subcarinatum* Y. et B.
» *spinatus* Brug.	*Hamatoceras Reussi* Hau.
Lytoceras cornucopiae Y. et B.	» *insigne* Schubl.
» *forojuliense* Mng.	*Arietites Conybeari* Sow.
Aspidoceras Pironai Mng.	» *rotiformis* Sow.
Coeloceras Desplacei d'Orb.	» *obtusus* Sow.
» *crassum* Y. et B.	» *stellaris* Sow.

[1] Vedi i fossili giuresi e liasici citati dallo Stur nel suo lavoro: *Das Isonzo-Thal von Flitsch abwartz bis Görz* etc.: Jahrb. k. k. geol. R. A. IX, B. 1858.

In questa nota, compaiono specie del Lias medio ed inferiore, perchè la maggior parte dei fossili di Erto furono raccolti nelle copiosissime frane che scoscesero dal monte Borgà tra questo paese e Casso. Però la rispettiva potenza di questi piani deve essere assai tenue, perchè la zona fossilifera della massa di rocce che ha alimentato la frana non supera i quaranta metri di spessore. In posto ho osservato anche talune piccole ammoniti pseudomorfosate in limonite come nel calcare del monte Domaro in Valle Trompia, il quale appartiene ad un livello alquanto più antico del più comune rosso ammonitico lombardo.

Le specie di fossili trovate dallo Schauroth nel calcare grigio di Rotzo tra gli strati fillitici e da lui ritenute dal Giura bruno od inferiore, sono le seguenti:

Montlivaultia trochoidiformis Sch.
Terebratula fimbriaeformis Sch.
» *Rotzoana* Sch.
Ostrea planataeformis Sch.
Plicatula Rotzoana Sch.
Pecten clathratiformis Sch.
» *textoriiformis* Sch.
Pinna cuneataeformis Sch.
Modiola cuneataeformis Sch.
» *alataeformis* Sch.
» *Leckembyiformis* Sch.
Macrodia oblongaeformis Sch.
Cardinia Rotzoana Sch.
Astarte depressaeformis Sch.
Unicardium abbreviatiformis Sch.
» *zonariiformis* Sch.
Cyprina caudataeformis Sch.
Cyprina grandiformis Sch.
» *jurensisformis* Sch.
Myacites gibbosiformis Sch.
» *jurassiformis* Sch.
Cylindrites jurassiformis Sch.
Pleurotomaria Resaeformis Sch.
Nerita minutaeformis Sch.
Pleurotoma Scaburgensisformis Sch.
» *Rotzoana* Sch.
Ceritella Rotzoana Sch.
Nerinea Desvoldyiformis Sch.
Chemnitzia spicus Sch.
» *contracta* Sch.
» *Rotzoana* Sch.
Rissoina acutaeformis Sch.
Cipris Rotzoana Sch.

Le specie aggiunte dal sig. Benecke per l'oolite inferiore del Veneto e del Trentino sono le seguenti:

Hypodiodema sp.
Terebratula exagonalis Ben.
» cf. *perovalis* Sow.
Terebratula fimbria Sow.
Megalodus pumilus Ben.
Cypricadia incurvata Ben.
Pleuromya elegans Ben.
Gresslya elongata Ben.
Cerommya papyracea Ben.
Thracia tirolensis Ben.
Trochus sinister Ben.
Natica tridentina Ben.
Chemnitzia terebra Ben.

Non sarebbe agevole il precisare a quale porzione del calcare incarnato del Veneto appartenga la zona del Trentino, distinta dal sig. Lepsius col nome di calcari gialli a *Rhynchonella bilobata* Ben. Credo però che si tratti del piano di S. Vigilio, pel quale le specie raccolte dal detto geologo sono le seguenti:

Belemnites sp.
Simoceras scissum Ben.
Harpoceras Murchisonae Sow.
» *fallax* Ben.
Harpoceras gonionotum Ben.
Litoceras ophioneum Ben.
Terebratula cf. *Bouei* Zeuschn.

A queste specie dobbiamo aggiungerne molte altre, studiate dai signori Meneghini, Canavari e Parona ed io le riporto, attendendo che il primo di questi signori abbia esaurito il paziente studio, incominciato da qualche tempo sopra le località cui ebbe la ventura di scoprire il geologo forestiero. Le specie da aggiungersi ([1]) sono le seguenti:

Phylloceras tatricum Pusch.	*Belemnites* sp.
» *ultramontanum* Zitt.	*Trochus* cfr. *lamellosus* d'Orb.
» *Demidoffi* Reuss.	*Pleurotomaria* sp.
» *trifoliatum* Neum.	*Ditremaria* sp.
Amalteus sp. (Mgh.)	*Nerita jurensis* Quenst.
Harpoceras subinsigne Oppel.	*Neritopsis* sp.
» *Dumortieri* Thioll.	*Hinnites velatus* Goldf.
» *primordiale* d'Orb.	*Lima semicircularis* Goldf.
» *patella* Vag.	*Pecten* sp. sp.
» *Aalense* Dum. (non Zieten).	*Mytilus* sp.
» *Mactra* Dum.	*Goniomya* sp. n. (Mgn.)
» *opalinoides* Ch. May.	*Pholadomya* sp. n. (Mgn.)
» *Theodorae* Mgh.	*Arca* sp. *Corbis* sp. etc.
» *Vigilii* De Zigno.	*Terebratula Rossii* Canav.
Oppelia digitato-lobata Mgh.	» *Aglaja* Mgn.
Aegoceras Blaydeni Sow.	*Rhynchonella vigilii* Leps.
» *Aeson* Mgh.	» *Clesiana* Leps.
Aulacoceras Beneckei Mng.	

I punti fossiliferi sono parecchi; tutti a nord del Capo S. Vigilio. Il più ricco è dietro una casetta, prima della discesa della strada che dal detto capo scende di nuovo al livello del lago.

Quanto ai vegetali oolitici, sono stati illustrati dal signor De Zigno in un' opera da poco terminata ed in una memoria a parte, in cui si descrivono parecchie specie del nuovo genere di felci, *Dichopteris* ([2]) ed a questa opera rimando il lettore. Questa flora non presenta alcuna analogia specifica con quelle poche forme che si conoscono del calcare liasico di Moltrasio. Queste poi alla loro volta, secondo il giudizio del sig. Sordelli, differiscono del pari dalle piante infraliasiche, dimostrando che se pure è vero che le flore si modificano più presto che le faune, ciò può valere per qualche periodo immediatamente successivo, nè può ritenersi come principio assoluto contro il valore cronologico delle faune.

Quanto poi alle relazioni tra il calcare grigio a *Terebratula Rotzoana* e la zona ad *H. Murchisonae*, io pure riconosco che le maggiori probabilità stanno contro alla superiorità del primo, ammessa nel quadro dei terreni ma non nella memoria del sig. Benecke; perchè ovunque la zona di massimo sviluppo dei calcari incarnati, variegati, marmorei, è superiore alla zona fillitica. Ma anche accettando la inferiorità del calcare grigio rispetto al livello di S. Vigilio, non per questo si è costretti a

([1]) Meneghini, *Fossili oolitici di S. Vigilio*. Processi verbali della Soc. tosc. di sc. nat. 1879. — Parona e Canavari, *Brachiopodi oolitici* etc. 1882.

([2]) A. De Zigno, *Flora fossilis oolitica*. Padova, 1860-75; *Monografia del genere Dichopteris*. Mem. r. Ist. veneto, Vol. VII, 1865.

collocare tutta la formazione del calcare grigio nel Lias; stantechè le specie di cefalopodi più diffuse a S. Vigilio hanno un' estensione molto ampia nei limiti del Giura bruno, come appare nella classica opera del Quenstedt. Epperò il piano di S. Vigilio non rappresenta l'oolite inferiore nei suoi strati più profondi.

Circa all'orizzonte a *Posidonomya alpina* o degli strati di Klaus, già descritti dall'Oppel e dal Benecke pel Tirolo, riporto il seguente elenco delle specie determinate dall'egregio mio amico D. Fabrizio Parona, che ha studiato le raccolte fatte dai signori Nalli e Beggiato e da me ([1]).

Lepidotus sp.	*Terebratula Gerda* Opp.
Eryma sp.	» cfr. *Fylgia* Opp.
Belemnites sp.	» *Beggiatoi* Tar.
Harpoceras pingue Par.	» *curviconcha* Opp.
» *minutum* Par.	» *pteroconcha* Gemm.
Phylloceras Kudernatschii Hauer.	» *bivallata* Eug. Desl.
» *Zignodianum* d'Orb.	» *sulcifrons* Ben.
» *subpartitum* Par. (?)	» sp. n. (Par.)
Lytoceras cfr. *quadrisulcatum* d'Orb.	*Waldheimia Gefion* Opp. (*)
Oppelia fusca Quenst.	» *Nallii* Par.
Haploceras vicetinum Par.	» *Beneckei* Par.
Stephanoceras Brongniartii Sow.	*Rhynchonella coarctata* Opp.
» *rectelobatus* Hau.	» *Brentoniaca* Opp.
Posidonomya alpina Gras.	» *subechinata* Opp.
» cfr. *Parkinsoni* Quenst.	» *orthoptycha* Opp. (*)
Lucina zonaria Quenst.	» *micula* Opp. (*)
Pecten sp. sp.	» *adunca* Opp. (*)
Trochus venustus Par.	*Plicatocrinus* sp.

È notevole la presenza di un piccolo crostaceo (*Eryma*) e non vi mancano rostri e fragmoconi di belemniti; le ammoniti sono numerosissime, ma in piccoli esemplari, difficili a determinarsi. Parecchie di queste specie si ripetono in un calcare rosso o roseo della provincia di Palermo e di Girgenti in Sicilia. Anche questo piano esiste sicuramente nel lembo giurese alle origini del Boite, nell'altipiano di Fanis, dove la caratteristica specie di bivalve era conosciuta anche dal Catullo.

Nei calcari bianchi marmorei, sottostanti ai rosei od incarnati ed al rosso ad *As. acanthicum* fu trovato dal sig. Hörnes nell'altipiano di Campotorondo un esemplare di *Ammonites Humphresianus*, che accennerebbe quivi al piano *bajociano*; ma non conosco altro rinvenimento, che accenni a questo od agli attigui livelli del Giura inferiore nel Veneto a levante del Brenta, tranne quelli che già ho ricordato del monte Grappa e della Croce di Sagan. Per la serie di Campotorondo, così verso l'alta valle del Mis come nel versante meridionale, rimando il lettore alla accennata mia Monografia del Lias veneto ed alla descrizione geologica della provincia di Belluno.

([1]) C. F. Parona, *I fossili degli strati a Posidonomya alpina di Camporovere, nei Sette Comuni.* Atti Soc. it. di sc. nat. Vol. XXIII, 1880. — Sono segnate con asterisco le specie che furono rinvenute nei Sette Comuni soltanto dal signor Vacek (Verh. d. k. k. geol. R. A. 1877, n. 12, 1878, num. 17).

CAPITOLO XI.

Formazioni del Giura medio e superiore.

Anche a proposito di questo grande complesso di piani estremamente fossiliferi, io debbo confessare che non mi trovo in grado di stabilire una molto precisa suddivisione e nemmeno dei riferimenti più sicuri di quanto sia stato fatto da altri sino ad ora. Le faune si conoscono ancora in località staccate; le determinazioni sono e si vanno facendo sempre più difficili; le raccolte sono sparse e classificate da varî studiosi oppure ancora da determinarsi. Epperò quegli stessi argomenti, in cui sembrerebbe dover io essere più sicuro per l'abbondanza dei petrefatti e delle stesse mie raccolte, fatte od acquistate in questi ultimi anni, sono appunto per me i più astrusi; poichè col valore sempre più elastico che assumono i caratteri paleontologici amerei avere a mia disposizione molto maggior corredo di materiali di studio e sento che in questo dovrei essere più versato. D'altronde il portare un ordinamento di dettaglio nella serie giurese del Veneto è cosa superiore di molto alle mie forze. Mi ha giovato assai la attiva cooperazione del signor D. C. F. Parona, al quale debbo molti dettagli e le tavole, che accompagnano i cenni sul kimmeridgiano, e del signor E. Nicolis, che più ampiamente d'ogni altro esplorò ed illustrò con buona Carta la provincia veronese; essendo quivi più manifesta e più sicura la successione di quei piani, che si ponno fissare od almeno travedere tra il bathoniano ed il titoniano. E se in questo lavoro non siamo pervenuti a risultati pari a quelli che ottennero altri geologi, giovi notare che, quantunque sia tuttora artificioso il sistema dei loro riferimenti, questo rappresenta tuttavia un complesso di confronti e di studî che essi sanno e ponno fare colle loro opere, coi loro musei, col tempo disponibile per gite e coll'aiuto che si prestano scambievolmente in parecchi; tutti molto lieti di potere così affermare la loro superiorità anche a questo riguardo. Ai giovani nostri allievi tocca di riparare a questa grave deficienza nostra, e ci riusciranno di certo, se in Italia si comprenderanno le esigenze di questo nostro studio e non si pretenderà di fare della geologia una scienza applicata, di utile immediato.

Anche i più abili dei nostri paleontologi quando furono a precisare la posizione di una determinata fauna si trovarono in un imbarazzo grandissimo, come appare dagli studî dei sigg. Pirona, Meneghini e D'Achiardi. Ciò torna a loro onore, dipendendo da giusta prudenza commendevolissima, che certamente io vorrò imitare.

Fra i livelli più profondi del Giura medio io stimo siavi quello del calcare subsaccaroide, corallino, della Resentera, che ho accennato presso Cavalo, in valle di Fumane. Esso fu scoperto dai signori Pellegrini e Pizzolari circa trenta anni sono. Il sig. Meneghini [1] pubblicò colla descrizione dei fossili alcuni dettagli stratigrafici, fornitigli dal primo, tuttora superstite, degli scopritori; amicissimo mio pur egli, e largo anche con me di indicazioni, delle quali mi valsi a rendere meno imperfetta la Carta presentata, per riguardo alla provincia veronese. In quei dintorni si osserva la serie seguente:

[1] G. Meneghini, *Fossili oolitici del monte Pastello nella provincia di Verona*. Atti della Soc. tosc. di sc. nat., Vol. IV, fasc. 2, 1880.

a) calcari grigio-cupi, a grana fina ed a frattura sovente scagliosa; cominciano con un metro di spessore e vanno sempre più assottigliandosi sino a ridursi a scisti; alternano con straterelli marnosi in una successione di ben 60 metri. Tra i fossili, difficili a ravvisarsi, negli strati superiori sonvi terebratule, *Megalodus* e *Gervillia*.

b) Banchi dello spessore anche di più metri, di calcare più o meno chiaro, a frattura irregolare, per 40 e più metri, con crinoidi e bivalvi.

c) Strati oolitici con crinoidi, negli strati superiori con polipai.

d) Calcare rosso ammonitico, del kimmeridgiano.

Questa serie però fu dedotta dalle osservazioni in varî punti poco discosti dalla località detta la *Resentera*. In questa località io riscontrai, inferiormente agli strati del calcare rosso ammonitico, null'altro tranne che un calcare subsaccaroide, simile a quello della zona a *Posidonomya* di Torri. Manca persino ogni traccia dei calcari incarnati, regolarmente stratificati, che quasi dovunque nel Veneto sostengono la zona ad *Aspidoceras acanthicum*. I calcari incarnati, pur essi granulosi e subsaccaroidi, si osservano lungo la strada pel paesello di Cavalo, che sta sul calcare nummulitico. Sotto al banco corallino poi non trovai altro che lo stesso calcare granuloso cristallino, poi la dolomia a sezioni di megalodi. Quivi il complesso delle rocce giuresi ha dunque un aspetto comparabile a quello delle dolomiti triasiche e può essere questo realmente il caso di ammettere una equivalenza di forme eteropiche, la quale sarà precisata da ulteriori confronti con giacimenti vicini.

La esistenza della *Rhynchonella Clesiana* Lepsius, trovata anche al capo di S. Vigilio e comunissima anche presso S. Anna e Selva di Progno nei calcari giallastri immediatamente inferiori al calcare incarnato, potrebbe accennare ad un livello più antico degli strati di Klaus; ma abbiamo ancora a che fare con una faunula sino al presente localizzata. Faunula per altro elegantissima e varia quanto altre mai del mesozoico dell'alta Italia; come fanno fede le seguenti specie, egregiamente descritte dal nostro chiarissimo paleontologo.

Alaria Pellegrinii Mng.	*Trigonia Beesleyana* Lyc.
Brachytrema ranelloides Mng.	» *Margarita* Mng.
Cirrhus Dianae Mng.	*Corbis aequalis* Mng.
Neritopsis vortex Mng.	*Lima angusta* Mng.
» *varicosa?* Moris et Lyc.	*Pecten semiarticulatus* Mng.
Turritella Pizzolarii Mng.	*Rhynchonella Clesiana* Lepsius.

Il signor D'Achiardi [1] ha poi recentemente studiato i coralli di questa e di altre località giuresi del Veneto ed ha scoperto che il deposito di Cavalo (M. Pastello o *Resentera*) pel maggior numero di specie note corrisponde a quello di Nattheim, del *coralliano inferiore;* che però non si può ammettere una identità assoluta. Un *certo qual barlume* di carattere bathoniano non rende improbabile che si tratti di kellowiano o di oxfordiano; che si ponga insomma questo deposito al livello della *Posidonomya alpina,* o poco sopra. Sino a tanto che non si può stabilire una sicura cronologia, è poco giovevole moltiplicare i piani; come è presunzione lo azzardare parallelismi. Le specie descritte dal sig. D'Achiardi sono le seguenti:

[1] A. D'Achiardi, *Coralli giurassici dell'Italia settentrionale.* Atti S. tosc. d. sc. nat. Pisa, 1880.

Montlivaultia Smithi Edw. et H.	*Isastrea explanata* Golds.
Placophyllia elegans d'Ach.	» *Montispastelli* d'Ach.
Montlivaultia? Cavali d'Ach.	» *limitata* d'Ach.
Thecosmilia annularis? Tleming.	» *serialis* M. Edw. et H.
Diplocoenia profunda d'Ach.	*Latimeandra multiseptata* d'Ach.
Stylina Taramellii d'Ach.	» *Taramellii* d'Ach.
Stephanocoemia pentagonalis? Golds.	» *Cavali* d'Ach.
Isastrea Goldfussiana M. Edw. et H.	

Altri coralli giuresi del Veneto provengono dal calcare giallo di Rovere di Velo e di Erbezzo, e dal calcare grigio di monte Alba, monte Rault, dai Sette Comuni. È singolare che dal Giura inferiore di monte Alba provengano taluni esemplari, che accennano al genere *Beaumontia*, comparso nel Devoniano e di cui si è trovata una specie anche nel terziario dell'Australia.

Questo giacimento di calcare corallino a Cavalo si pone, come abbiamo veduto, alla base del Giura medio e torna ad ulteriore e definitiva conferma della estensione dell' oxfordiano, quale fu da molti anni affermata dal signor De Zigno, poi comprovata recentemente dal signor Neumayr, che incontrò questo terreno alla discesa dalla Madonna della Corona, a Torri ed a Sella in Val Sugana ([1]). Venivano altresì raccolti in diversi punti del Veronese cefalopodi oxfordiani nei calcari rosati o rossomattone, inferiori alla zona kimmeridgiana; compreso tra questi fossili il *Peltoceras transversarium*, che acquistai quattro anni or sono dalla guida Cerato Attilio, come proveniente da Erbezzo. Recentemente poi il signor Nicolis raccoglieva egli stesso a Masi ed a Zulli, nel Veronese, oltre all'accennata, parecchie altre specie, che furono determinate dal signor Parona e dimostrarono con tutta certezza la spettanza all'oxfordiano degli strati d'onde esse provenivano ([2]). Il giacimento di Zulli è molto interessante anche perchè permette di stabilire qualche rapporto colle faune sincrone della Sicilia e delle Alpi friburghesi, illustrate dai signori Gemmellaro ed E. Favre; nonchè, in grado assai minore, con quella dell'oxfordiano inferiore dell'Ardèche. Ecco l'elenco dei petrefatti di Zulli, determinati dal mio egregio amico:

Belemnites hastatus Blain.
Phylloceras mediterraneum Neum., *Phyll. Loryi* Mun. Chal., *Phyll. plicatum* Neum., *Phill. polyolcum* Ben.
Lytoceras polyanchonemum Gemm.
Harpoceras arolicum Opp.
Perisphinctes cfr. *Bocconii* Gemm., *Per. Recuperoi* Gemm., *Per.* sp. cfr. *Airoldii* Gemm., *Per.* sp. sp.
Simoceras cfr. *peltoideum* Gemm.
Aspidoceras Oegir Gemm., *Asp. Elimense* Gemm., *Asp.* cfr. *insulanum* Gemm., *Asp. acanthicum* Opp. (?)
Peltoceras transversarium Quenstedt.
Terebratula janitor Pictet, (?) *Ter. Bouei* Zeuschn., *Ter. subrugata* E. Desl.
Inoceramus Oosteri E. Favre.
Cidaris filograna Agass.

Se poi consideriamo che alcune di tali forme della località di Zulli ed altre di Erbezzo corrispondono a quelle della zona a *Stephanoceras macrocephalum* della

([1]) Neumayr, *Die Vertretung der Oxfordgruppe in östlichen Theile der mediterranen Provinz.* Jahrb. k. k. geol. R. A. 1871; *Fauna der Schichten mit Aspidoceras acanthicum.* Ib. Abhandl. 1873.

([2]) C. F. Parona, *Di alcuni fossili del Giura superiore raccolti nelle Alpi venete occidentali.* Rendic. r. Ist. Lombardo. 1881.

Sicilia, possiamo ritenere come dimostrata l'esistenza non solo dell'oxfordiano ma eziandio delle sue principali suddivisioni, entro quel complesso di strati calcarei, a struttura compatta, di colorito roseo o rosso mattone, quale si osserva quasi dovunque nell'area della Carta inferiormente ai calcari mandorlati a *Ter. diphya.* Rimane ora per ogni singola sezione passante per località fossilifere di determinare la posizione e la serie di tali suddivisioni, in quanto queste hanno acquistata una sicura base scientifica; quindi occorrerà confrontare le diverse sezioni e cavarne qualche costrutto, allargando lo sguardo oltre il Veneto ed oltre le Alpi.

Veniamo ora al Giura superiore, assai esteso nell'area della nostra Carta. Occorrerà appena che io avverta non essere ad esso nè esclusiva nè costante la forma più comune di un calcare ammonitico rosso, mandorlato; poichè, anche prescindendo dalle *facies* coralline di cui vedremo in appresso, la roccia a cefalopodi ed a brachiopodi talora è un calcare giallo venato e variegato come a Torri, oppure un calcare a venature cloritiche analogo affatto al liasico di Erto, come presso Podenzoi ed a Roja di Longarone. Tuttavia la forma litologica più abituale è quella che maggiormente si accosta al *sopralias* lombardo; serbandosi però sempre più calcare e quindi meglio suscettibile di usi edilizî; d'onde l'abbondanza delle cave lungo gli affioramenti delle non molto potenti formazioni del Giura superiore. Di solito però nella medesima cava si passa non solo dal piano kimmeridgiano al soprastante piano titoniano, caratterizzato dalla maggiore abbondanza delle *Terebratula diphya* e *T. triangulus,* ma ben anco al *biancone.* Siccome poi i fossili si raccolgono generalmente nelle schegge residue ai lavori di estrazione, oppure si acquistano dagli scalpellini, così conviene aver molto riguardo nel fissare la provenienza precisa di cadaun esemplare (quando vi si riesca) e di conseguenza perdono molto valore, per uno studio di dettaglio, le raccolte vecchie, abbondantissime, sparse nei varî musei.

Fatto sta che recentemente, in scavi appositamente fatti, venne raccolto a Fosse, nel Veronese, dal sullodato signor Nicolis, un gruppo di specie che appartengono al piano inferiore del kimmeridgiano, compresa l'*Oppelia tenuilobata* [1], che per la prima volta si rinveniva nel Veneto. Il signor Neumayr poi dimostrò l'esistenza a Camporovere della superiore zona ad *Aspidoceras Beckeri;* epperò i due orizzonti di cui si compone il piano ad *Aspidoceras acanthicum* sarebbero entrambi rappresentati nel Veneto. Prescindendo poi da questa suddivisione, superiormente all'oxfordiano possiamo fissare la posizione di due faune a cefalopodi assai diffuse nella zona dei calcari mandorlati, rossi, gialli o cloritici. Queste faune si riferiscono a due assai prossimi livelli, dei quali il più profondo è il *kimmeridgiano,* e il più elevato *titoniano inferiore* o portlandiano. Rimangono da definirsi i più recenti orizzonti di questa ultima suddivisione del Giura, cui è noto come molti geologi francesi già riportino alla Creta.

Di queste due faune danno idea gli annessi quadri, compilati dal signor Parona in base alle citazioni degli autori e col materiale abbastanza abbondante, che egli ha potuto esaminare in questi ultimi anni e che in gran parte rimane nelle raccolte della r. Università di Pavia.

[1] Parona C. F. *Di alcuni fossili del Giura superiore* ecc.

Noterò incidentalmente che molte cave di rocce assai analoghe alle kimmerigiane spettino nelle provincie venete alla Creta e precisamente le più attivamente coltivate a S. Ambrogio, Mazzurega, Valdagno, Solagna, Pove, altipiano dei Sette Comuni presso gli abitati, Campel di Cesio (cave inferiori) e Castellavazzo. Orbene, la distinzione topografica delle due serie di formazioni nella piccola scala della Carta non fu sempre possibile; essendochè molte volte si dà che nella stessa cava, come sopra Solagna, si lavori la roccia cretacea e si intacchi eziandio la zona titoniana, oppure che si coltivino banchi di entrambe, come presso Caprino ed a S. Ambrogio. Ritengo che nemmeno una Carta geologica in scala amplissima non si presterà giammai se non molto imperfettamente a rappresentare tali per altro importantissimi dettagli stratigrafici; ed è questo uno degli argomenti che mi persuasero della importanza secondaria delle carte geologiche in genere.

Tornando alla zona del Giura superiore nel Veneto, è un fatto constatato che la zona a *Terebratula diphya* o del titoniano inferiore in molti casi assume l'aspetto del *biancone;* specialmente alle falde meridionali dell' altipiano asiaghese, nei monti di Bassano e nel Bellunese. È una roccia bianca, omogenea, assai compatta, piuttosto prossima alla maiolica di Lombardia che al vero *biancone,* che nel Veneto presenta fossili neocomiani; contiene abbondanti brachiopodi, con qualche mal conservato cefalopodo e con piccoli echini. Talora poi è assolutamente priva di fossili e costituisce quasi un mantello generale alla serie dei calcari rossi o cloritici, ammonitici; è un mantello funebre pei tipi organici giuresi, i quali più non ricompaiono nel neocomiano, sebbene le formazioni si succedano, almeno apparentemente colla più perfetta concordanza. Alcuni geologi pensano che questo brusco passaggio e questa lacuna corrispondano al massimo di sommersione delle aree, nelle quali un tale fenomeno si è constatato; opinione assai verosimile, quando si ponga mente anche all' abbondanza della selce, la quale può rappresentare il residuo agglutinato degli animali pelagici. È importante l' osservare in ogni caso che tutte queste forme di calcari mandorlati, ammonitici, oppure compatti e bianchi o rosei, si mostrano assai sviluppate e con ragguardevole potenza anche nel Friuli e precisamente a non grande distanza dalle località dove nel dominio del Giura superiore compaiono le *facies* coralline. Quindi, se sta l' accennata spiegazione di questo deposito omogeneo e privo di fossili come testimonio di un periodo di massima sommersione, questa rappresenterebbe il limite cronologico al quale ponno spingersi i varî piani corallini del giura superiore, i quali per la loro formazione richiedevano delle profondità non molto considerevoli.

Dalla succinta esposizione dell' ordine col quale si succedono le varie formazioni fossilifere del Giura medio e superiore, in fatto sempre molto ravvicinate, il lettore comprenderà di leggeri che se nell' area del Veneto si svolgono con così grande continuità gli affioramenti di calcari rossi ammonitici, conviene poi per cadauna sezione ben precisare la posizione di questi calcari in base a pazienti studî di dettaglio, i quali, confessiamolo, nelle prealpi italiane meno rare eccezioni sono tuttora appena iniziati. Frattanto non sarà inutile esporre i fatti rinvenimenti nelle due zone più fossilifere del Giura superiore entro l' area compresa nella Carta, quali risultano dai quadri seguenti:

FOSSILI degli strati ad *Aspidoceras acanthicum*	Brentonico	Veronese	Sella (Val Sugana)	Sette Comuni	Bellunese	Alto Ampezzano	OSSERVAZIONI
1 *Sphenodus* sp.	+	Torri					
2 *Belemnites* cfr. *semisulcatus* Münst.	+	Torri					
3 *Rhynchoteutis tenuis* Neum.				Camporovere			Neumayr cita la *Rhynch. minuta* Neum. tra i fossili della Madonna del Monte (Tirolo merid.).
4 *Phylloceras isotypum* Ben.	+	Torri	+		Podenzoi	+	
5 » *saxonicum* Neum.				Camporovere (?)	Alpe Nera		
6 » *ptychoicum* Qu.				Camporovere	Podenzoi Campo Tor. (?)		
7 » *Benacense* Cat.		Torri		Camporovere	Campo Torondo	+	
8 » *mediterraneum* Neum.		Masi S. Bartolo		Camporovere	Campo Torondo	+	
9 » *polyolcum* Ben.	+	Stallavena Domegliara	+		Podenzoi Campo Torondo		
10 » *Loryi* Mun.-Chal.					Podenzoi (?)		
11 » *tortisulcatum* d'Orb.							Comune (Neumayr).
12 » cfr. *ptychostoma* Ben.						+	
13 » *Empedoclis* Gemm.					Roja (?)		
14 *Lytoceras quadrisulcatum* d'Orb.		Torri		Camporovere	Podenzoi		
15 » *montanum* Opp.				Camporovere (?)	Campo Torondo	+	
16 » *municipale* Opp.					Campo Torondo		
17 » *sutile* Opp.					Podenzoi Campo Torondo		
18 » *Orsinii* Gemm.					Podenzoi		
19 » *polycyclum* Neum.					Podenzoi		
20 *Haploceras Stazyczii* Zeusch.				Camporovere	Campo Torondo		A Fosse si rinvenne anche una nuova specie di *Harpoceras* (Par.).
21 » *carachtheis* Zeusch.				Camporovere			
22 *Amaltheus* sp. n. (Par.)					Podenzoi		
23 *Oppelia Darwini* Neum.				Camporovere			
24 » *Strombecki* Opp.	+		+			+	
25 » *compsa* Opp.		Torri S. Giacomo		Camporovere		+	
26 » *trachynota* Opp.		Stallavena S. Giacomo		Cesuna Camporovere			
27 » *Holbeini* Opp.						+	
28 » *platyconcha* Gemm.					Campo Torondo		
29 » *tenuilobata* Opp.		Fosse					
30 *Aspidoceras Rüpellense* d'Orb.	+						
31 » *eurystomum* Ben.		Torri	+				
32 » *acanthicum* Opp.	+	S. Bartolo Madonna della Corona	+	Camporovere	Podenzoi Roja	+	Neumayr cita anche l' *Aspid. micloplum* come riscontrato alla Madonna del Monte presso Roveredo.
33 » *Hayaldi* Opp.		Domegliara				+	
34 » *sesquinodosum* Font.						+	
35 » *liparum* Opp.						+	
36 » *longispinum* Sow.				Camporovere	Campo Torondo	+	
37 » *binodum* Opp.		Madonna della Corona					
38 » *Avellanum* Zitt.				Camporovere	Campo Torondo Roja		
39 » *cyclotum* Opp.				Camporovere	Campo Torondo	+	
40 *Aspidoceras Raphaeli* Opp.					Campo Torondo		

FOSSILI degli strati ad *Aspidoceras acanthicum*	Brentonico	Veronese	Sella (Val Sugana)	Sette Comuni	Bellunese	Alto Ampezzano	OSSERVAZIONI
41 *Aspidoceras Uhlandi* Opp.	+	Torri	+	Camporovere	Podenzoi	+	
42 » *Beckeri* Neum.				Camporovere			
43 » *hybonotum* Opp.					Campo Torondo		
44 » *Helymense* Gemm.					Podenzoi		
45 » *Wolfi* Neum.					Podenzoi (?)		
46 » *Lallierianum* d'Orb.					Podenzoi (?)		
47 *Simoceras Volanense* Opp.				Camporovere	Campo Torondo		
48 » *Catrianum* Zitt.					Podenzoi		
49 » *Herbichi* Hauer		Torri / Stallavena (?)			Podenzoi		
50 » *planicyclum* Gemm.					Podenzoi		
51 » *admirandum* Zitt.					Roja		Neumayr nota con dubbio pel Tirolo merid. anche il *Simoceras Benianum* Cat.
52 » *Agrigentinum* Gemm.						+	
53 *Perisphinctes acer* Neum.	+				M. Agnellazzo	+	
54 » *cimbricus* Neum.				Camporovere			
55 » *contiguus* Cat.		Masi		Camporovere	Podenzoi / Campo Torondo		
56 » cfr. *Achilles* d'Orb.	+	S. Bartolo		Camporovere			
57 » *transitorius* Opp.					Podenzoi		
58 » *Albertinus* Cat.					Campo Torondo		
59 » *colubrinus* Rein.		Torri / Masi			Podenzoi / Campo Torondo		
60 » *rectefurcatus* Zitt.					Podenzoi		
61 » *Eumelus* d'Orb.					Podenzoi		
62 » cfr. *Aeneas* Gemm.					Podenzoi		
63 » cfr. *Championeti* Font.						+	
64 » *geron* Zitt.					Campo Torondo / M. Agnellazzo		
65 » cfr. *polyplocus* Rein.		Torri			Roja		
66 » *Calisto* d'Orb. (?)		Stallavena					
67 *Aptychus punctatus* Voltz.					Podenzoi		
68 » *lamellosus* Voltz.				Camporovere			
69 » *latus* Voltz.			+	Camporovere	Campo Torondo		
70 » *depressus* Voltz.					Campo Torondo		
71 *Ostrea* cfr. *Roemeri* Qu.	+						
72 *Inoceramus* cfr. *giganteus* Gld.			+				
73 *Mac Andrevia* n. sp. cfr. *pinguicula* Zitt. (Neum.)				Camporovere			
74 *Terebratula diphya* F. Col.					Podenzoi / Campo Torondo		Forma tipica a Podenzoi, varietà *angusta* a Campo Torondo.
75 *Rhynchonella capillata* Zitt.				Camporovere			
76 » sp. n. (Par.)		Fosse					

FOSSILI degli strati a *Terebratula diphya*	Malcesine	Brentonico	Veronese	Sette Comuni	Cave di Solagna	Bellunese	Alto Ampezzano	*OSSERVAZIONI*
1 *Lepidotus maximus* Wag.					+			
2 *Belemnites tithonius* Opp.		+	Lonico pres. Cerro					Zittel nota pel Tirolo meridion. (Volano-Toldi, Folgaria) anche la *B. Gemmellaroi* Zitt., *B. Zeuschneri* Opp.
3 » *ensifer* Opp.		+						
4 » *conophorus* Opp.			Lonico					
5 » cfr. *semisulcatus* Mst.		+						
6 » cfr. *semihastatus* Quenst.								
7 *Aulacoceras Nicolisi* Par.			Lubiara				+	
8 *Rhynchoteuthis* sp.					+			
9 *Aptychus punctatus* Voltz.			Lubiara					
10 » *Beyrichi* Opp.			Lonico					
11 » *exculptus* Schaur.				Fondi				
12 » *latus* Voltz.					+			
13 » (*Meneghinii* De Zign.)						Campel Cesio		
14 *Phylloceras mediterraneum* Neum. (?)			Lonico					Zittel nota il *Nautilus Strambergensis* Opp. tra i fossili di Folgaria (Tirolo merid.).
15 » *tortisulcatum* d'Orb.						Alpe Errera		
16 » *ptychoicum* Qu.			Lubiara ecc. ecc.		+			Comune dovunque.
17 » *Silesiacum* Opp.	+		Lubiara					Zittel cita anche il *Phyll. Kochi* Opp. come molto raro nelle Alpi venete.
18 » *Serum* Opp.			Lubiara Torri					
19 » *ptychostoma* Ben.			Torri		(?)			
20 » *polyolcum* Ben.			S. Antonio					
21 *Lytoceras quadrisulcatum* d'Or.			Lubiara, Lonico Torri		+			Zittel la dice copiosa nel *Diphyakalk* del versante merid. delle Alpi.
22 » *montanum* Opp.		+					+	
23 » *sutile* Opp.			Lubiara					Zittel cita anche il *Lyt. municipale* Opp. pel *Diphyakalk* del Tirolo meridionale.
24 » *Orsinii* Gemm.			Lubiara					
25 *Haploceras verruciferum* Mngh.			Lonico			M. Agnellazzo		
26 » *Staszyczii* Zeusch.			Lubiara			A. Errera	+	
27 *Oppelia trachynota* Opp.				Cesuna	+			Zittel nota inoltre pel versante merid. delle Alpi le seguenti: *Oppelia semiformis* Opp., *O. Folgarica* Opp., *O. compsa* Opp., *O. praecox* Ben., *O. litographica* Opp.
28 *Aspidoceras iphicerus* Opp.				Cesuna				
29 » *eurystomum* Ben.			Lubiara					
30 » *Avellanum* Zitt.			Lubiara		+			Zittel nota anche lo *Aspid. Rogosnicense* Zeusch. pel Tirolo meridion., *Asp. hybonotum* Opp. pei dintorni di Verona, e *Asp. cyclotum* Opp. pel Tirolo meridion. e per le Alpi venete.
31 *Simoceras strictum* Cat.			Chiusa dell'Adige					
32 » *biruncinatum* Qu.			Lubiara					
33 » *admirandum* Zitt.			Torri Lubiara Bolsiano					
34 » *Volanense* Opp.			Lubiara	Cesuna Abiago				
35 » *Catrianum* Zitt.					(?)			Zittel la dice del *Diphyakalk* del Tirolo meridionale.
36 » *lytogyrus* Zitt.								
37 *Perisphinctes Benianus* Cat.			Lubiara					
38 » (?) *Venetianus* Zitt.			S. Antonio	Cesuna Camporovere Asiago	(?)			
37 » *Albertinus* Cat.			Lubiara			Coddisago		

FOSSILI degli strati a *Terebratula diphya*	Malcesine	Brentonico	Veronese	Sette Comuni	Cave di Solagna	Bellunese	Alto Ampezzano	*OSSERVAZIONI*
38 *Perisphinctes exornatus* Cat.			S. Ambrogio Lubiara (?)					
39 » *colubrinus* Rein.	+		Lubiara Torri S. Antonio	Asiago	+		+	
40 » *rectefurcatus* Zitt.				Cesuna			+	Zittel ne cita un esemplare raccolto presso Verona.
41 » *contiguus* Cat.			S. Antonio Lubiara (?)	Asiago	+			
42 » *geron* Zitt.			S. Antonio (?)	Asiago				
43 » *transitorius* Opp.	+							Zittel cita inoltre per le diverse località del Tirolo meridion. il *Perisph. eudichotomus* Zitt.
44 » *Richteri* Opp.			S. Ambrogio	Enego				
45 » *fraudator* Zitt. (?)								
46 » *adelus* Gemm.			Lubiara (?)					
47 » *polyplocus* Ben.			Torri (?)					
48 » *microcanthus* Opp. (?)			Lonico					
49 » *symbolus* Opp.			Lonico					
50 » *carpathicus* Zitt.			Lonico					
51 *Corbula Pichleri* Zitt.			Lubiara-Lonico					Zittel cita anche pel *Diphyakalk* del Tirolo merid. la *Anisocardia Tyrolensis* Zitt.
52 *Terebratula diphya* F. Col.			Lubiara ecc.		+		+	Più comune la varietà *Catulloi* che non la forma tipica.
53 » *sima* Zeusch.		+						
54 » *triangulus* Lamk.			Lubiara ecc.	diverse località	+		+	Assai comune.
55 » *Bouei* Zeusch.			Lonico					
56 » *rectangularis* Pict.					+			
57 » *Euganensis* Pict.					+			Zittel nota la *Terebratula Bonei* Zeusch. e la *Ter. Bilimeki* Suess pel *Diphyakalk* del Tirolo meridion.
58 *Rhynchonella Agassizi* Zeusch.					+			
59 *Balanocrinus subteres* Münst.				Fondi				Zittel nota fra i fossili del Tirolo merid. il *Metaporhinus convexus* (Cat.) Cott., *Collyrites Friburgensis* Cott., *Coll. Verneuili* Cott., *Hemicidaris Zignoi* Cott.
60 *Phyllocrinus nutantiformis* Schaur.				Fondi				

L'egregio mio amico, il professor Giulio Andrea Pirona, con persistenti ricerche dimostrò la spettanza al sistema giurese della zona di calcari a *Nerinea*, che in una rapida escursione al monte Cavallo ([1]) io non aveva ravvisato alle falde orientali di questo monte ed entro la interessante valletta di S. Tomè. Le località sono abbastanza ricche di fossili e lo studio di questi è uno dei progressi più sicuri della geologia delle venete prealpi ([2]). Riporto in succinto la descrizione stratigrafica e l'elenco delle specie, coi risultati che ne trasse l'autore.

Nella valletta di S. Tomè, sulla destra, presso lo sprone su cui sta la chiesetta, affiorano per lo spessore di circa 6 metri degli strati di marna grigiastra, cosparsa di nuclei di menilite; nelle porzioni più alte contengono numerosi esemplari silicizzati di *Nerinea nodosa* Voltz. e *N. Petersi* Gemm. La marna è coperta da strati

([1]) T. Taramelli, *Escursioni geologiche fatte nell'anno* 1872. Annali del r. Ist. tecn. di Udine. Vol. VI.

([2]) G. A. Pirona, *Sulla fauna fossile giurese del monte Cavallo in Friuli.* Mem. del r. Ist. veneto. Vol. XX, 1878.

di calcare bianco compatto, potenti, senza fossili; essa si ritiene il membro più antico delle serie. Ad ovest di Coltura, alla Costa S. Michele ed alla Costa Cervera abbiamo in basso un calcare bianco giallognolo, con nerinee del gruppo della *N. Morreana.* Sopra evvi un calcare a vene cloritiche, quindi per circa 15 metri di potenza, un calcare bianco con molti fossili. Più in alto ancora, pochi metri di un' arenaria parimenti fossilifera, con piccoli elementi calcari, con cemento calcare verdastro, con foraminifere, polipai e molti gasteropodi. Questa roccia viene scavata sotto il nome di *pietra seracina.* La zona fossilifera giurese è molto più profonda dell' altra con nerinee cretacee, che affiora al *Colle degli Schiosi,* in cima all' altipiano di Polcenigo, corrispondente, come vedremo, a quella del monte Pinè illustrata dal Catullo.

Sono scarsissimi i cefalopodi; si raccolse soltanto un frammento di belemnite. Predominano le nerinee; appena rappresentati sono i generi *Acteonina, Pseudomeliania, Trochus, Turbo, Natica, Nerita, Pileolus.* Gli acefali sono mal conservati; però di specie importanti, quali il *Diceras arietinum* e il *Cardium corallinum* e per essa si giudicò da taluni essere il deposito alquanto più antico di quel che sia sembrato all' autore.

Le specie più comuni sono le seguenti:

Cardium corallinum Leym.
Diceras Münsterii Golds.
» *arietinum* Lamk.
Pileolus cf. *sublaevis* Buv.
Cerithium Forojuliense Pir.
Nerinea conoidea Peters.
» *parvula* Gemm.
» cf. *Lorioli* Zittel.
» cf. *Petersi* Gemm.
Ptygmatis excavata Gemm.
» *quinqueplicata* Gemm.
Ptygmatis pseudo-Bruntutana Gemm.
Itieria Catulloi Gemm.
» *Staszycii.* Zeuschn.
» *Caballi* Pir.
» *decipiens* Pir.
» *Clymene* d' Orb.
» *Morreana* d' Orb.
» *Polcenici* Pir.
» *Polymorpha* Gemm.
» *obesa* Pir.

L' autore considera questa fauna come una *facies* corallina del *titoniano inferiore* e più recente della zona ad *As. acanthicum* ed *Oppellia tenuilobata;* quindi come parallela alla zona a *Terebratula diphya* del rimanente del Veneto e del Tirolo meridionale. Essendo io venuto nel sospetto che la zona di calcari rossi, che ho segnato come sopraliasica nella piccola Carta annessa alla Memoria del mio amico, sia nè più nè meno che il solito calcare rosso kimmeridgiano, perchè così simile alla zona stessa nel non lontano bacino bellunese, era anche per questo argomento, sebbene induttivo, contrario ad ammettere a così breve distanza la equivalenza proposta dal mio amico. Ciò tanto maggiormente perchè entrambi credemmo di riconoscere una discordanza tra la serie giurese e la cretacea del monte Cavallo; la quale discordanza condurrebbe alla trasgressione dei superiori piani giuresi e forse anche del neocomiano, alla cui base potrebbe anche corrispondere questa massa corallina. Secondo il mio modo di vedere, essa spetterebbe ad un livello diverso e probabilmente superiore rispetto al più comune fascio di strati rossi, ammonitici, a *Terebratula diphya.*

Per dimostrare come la formazione corallina di Polcenigo non possa star sotto agli strati con *Asp. acanthicum,* se non bastassero i risultati dello studio del signor Pirona, vengono in appoggio quegli altri ottenuti collo studio dei coralli.

Dei coralli di questo interessante gruppo di strati furono recentemente studiate e descritte dall' egregio prof. Antonio D'Achiardi [1] una trentina di specie. Di queste, dodici sono conosciute in altre località e si ripartono bensì in parecchi piani, dal coralliano inferiore alla Creta, ma dieci di esse esistono nel *coralliano superiore* di S. Michel, Verdun, Lifol e Chatel-Cheusoir. La *facies* è sicuramente più moderna di quella del banco madreporico di monte Pastello (*Resentera*) del quale sopra si è detto. Lo studio quindi di questi coralli conferma i risultati avuti dal prof. Pirona collo studio dei molluschi. Spetterebbe al *titonico inferiore* costituito (soggiunse il signor D'Achiardi) *dal coralliano superiore e dal kimmeridgiano*. L' esame delle specie nuove dimostra le variazioni di talune delle conosciute, contemporanee in altri siti o più antiche, così la *Isastrea italica* d'Ach. di Coltura si direbbe la *I. Serialis* di monte Pastello rimpicciolita e la *Cyathopora Pironae* d'Ach. è un vivo ricordo della *C. Bourqueti* M. Edw. et H. del coralliano inferiore di Nattheim.

Questi risultati collimano, a mio avviso, a dimostrare sicuramente che la *facies* corallina non può essere più antica della zona del rosso ammonitico kimmeridgiano; ma non è ancor detto che lo rappresenti. Le future ricerche dovranno ciò dimostrare col porre fuori di dubbio che questo rosso ammonitico sia stato abraso, in corrispondenza alla accennata discordanza; oppure dimostrando che sia sepolto sotto la detta *facies corallina*. Nel qual ultimo caso questo si porrebbe alla base del *biancone*. Questo terreno infatti vediamo noi assottigliarsi verso le falde dell' altipiano di monte Cavallo; tanto che in questo monte non venne ancora rinvenuto. Notisi inoltre che nell' altipiano del monte Grappa questa roccia contiene la stessa *Terebratula diphya* var. *Catulloi* Pict. che trovasi nella zona superiore del rosso ammonitico. Perciò anche nel caso che la formazione corallina di Coltura e Dardago fosse un equivalente di questa porzione inferiore del *biancone*, esso non per questo uscirebbe dai confini del Giura superiore.

Osservo altresì che qui abbiamo una serie di calcari corallini, compatti e di calcari regolarmente stratificati incomparabilmente più potenti di quanto lo sia preso insieme tutto il Giura superiore di tipo a cefalopodi; che indarno in questo interessantissimo gruppo di monte Cavallo si cercarono gli equivalenti non solo del titoniano a cefalopodi ma anche nel neocomiano e della scaglia rossa ad inocerami, e che quindi è più che giustificata la nostra attuale incertezza nel trovare un sicuro parallelismo tra livelli anche vicinissimi. Questo lavoro è anche da lasciarsi ai geologi, che verranno dopo di noi. Epperò dopo esternati i miei dubbî, rimane ancora l'asserto del signor Pirona che dice: « La copia delle specie comuni (oltre il 65 per $^0/_0$) « dimostra incontrastabilmente che i calcari corallini del monte Cavallo sono contem- « poranei ai calcari a *Terebratula janitor* e *Ter. diphya* del nord della Sicilia, al « Weissen-Jura d' Inwald, al Coralliano di Wimmis, al calcare di Plassen e del monte « Laxvek (Ternowerwald), ai depositi di Murles presso Montpellier ecc., i quali tutti « vengono ora considerati come località tipiche del *titonico inferiore* ».

Quanto alle probabili relazioni di questa fauna col *coralliano*, ricordo come sia opinione di autorevolissimi geologi non esistere uno speciale livello del Giura

[1] A. D'Achiardi, *Coralli giurassici dell' Italia settentrionale*. Atti Soc. tosc. di sc. nat. Vol. IV, fasc. 2, 1880.

superiore, cui spetti per la presenza dei coralli un valore stratigrafico; e che invece la *facies* corallina compaia anche sul Giura a diversi livelli come appunto si dimostra nell'area del Veneto [1].

È assai probabile che questa forma corallina si ripeta nel monte Quarnan di Gemona, sulla vetta del quale io raccoglieva molti anni fa coralli e nerinee, in strati assai inferiori al lembo eocenico quivi segnato presso al passo dei *Foradors* che conduce a Pers, come ho segnato sulla Carta. Anche il mio amico trovava quivi delle nerinee, che giudicò di specie giuresi. Nel Veneto occidentale, dove si dispiega la forma dei calcari a *T. diphya,* non abbiamo altra traccia di questa *facies* se non l'indicazione dello Schauroth (*Verzeichniss* etc. p. 147) dell'esistenza di nerinee e di altri piccoli gasteropodi nel calcare rosso di Fondi, nel Vicentino.

Il signor De Zigno scoperse il rosso ammonitico anche negli Euganei presso Fontanafredda; pur quivi ricopre dei calcari grigio-scuri con venature rossicce e verdastre.

Superiormente a questi calcari con *Ter. diphya* siamo nel dominio delle formazioni cretacee, delle quali tratteremo nel capitolo seguente.

CAPITOLO XII.

Formazioni cretacee.

Devo ripetere anche a proposito di queste formazioni che è assai più grande il numero delle lacune da colmarsi che quello dei fatti sicuramente constatati, in ordine specialmente all'esatto riferimento dei varî terreni. Quel poco che sappiamo però è tutto merito dei geologi italiani; e così i giovani che attualmente si slanciano nel campo di questo studio possano nelle dette lacune trovare campo a pazienti e fruttuosi studî. I fossili non mancano, sibbene ai più degli studiosi è mancata sino ad ora quella indispensabile suppellettile di libri e di raccolte, che è sempre necessaria e torna poi indispensabile quando si ha da fare con forme variabilissime e difficili a studiarsi, come sono le nerinee, le ippuriti e gli ittioliti.

Quanto al piano basilare del *neocomiano*, stanno ancora i risultati degli studî del signor De Zigno; anzi si possiede poco più di questi. In una importante memoria pubblicata nel 1846 [2] chiamava egli infatti l'attenzione dei geologi sulle falde dei monti di Fener e Valdobbiadene, ove erano stati raccolti fossili sicuramente neocomiani. Indicava chiaramente la distinzione del *biancone* dalla scaglia rossa, prima calcare, poi arenacea, e la corrispondenza del primo alla *majolica* di Lombardia. Tra il *biancone* e la scaglia rossa assegnava un posto al calcare a rudiste, del quale il Catullo aveva esagerata l'antichità, riferendolo al Giura. Se in quel lavoro erroneamente si collocava parte del nummulitico (quello più profondo di Chiampo) tra i terreni cretacei, in un lavoro posteriore [3] l'autore scioglieva questo piano dal calcare ippuritico

[1] Mojsisovics, *Die Dolomit-Riffe* etc. p. 96.

[2] A. De Zigno, *Osservazioni sul terreno cretaceo dell'Italia settentrionale.*

[3] A. De Zigno, *Nouvelles observations sur les terrains crétacés des Alpes vénitiennes.* Padova, 1850.

e somministrava altri dati paleontologici sulla più profonda formazione cretacea, di cui affermava il grande sviluppo nel gruppo degli Euganei.

Sino a tanto che non possediamo qualche più recente studio sui fossili del *biancone*, dobbiamo ricorrere ancora a questa nota di specie, che qui riporto:

Belemnites latus Blain.	*Ammonites inegualicostatus* d'Orb.
» *dilatatus* Blain.	» *picturatus* »
» *subfusiformis* Rasp.	» *Tethys* »
» *bipartitus* Rasp.	*Crioceras Cornuelianus* »
Ammonites cansobrinus d'Orb.	» *Duvalii* Leym.
» *Carteronii* »	» *Emerici* »
» *Serranonis* »	» *Villiersianum* Leym.
» *incertus* »	» *Da-Rio* Zign.
» *Astierianus* »	*Ancyloceras pulcherrimus* d'Orb.
» *Grasianus* »	» *Puzozianus* »
» *infundibulum* »	*Toxoceras elegans?* »
» *cryptoceras* »	» *Duvalianus?* »
» *neocomiensis* »	*Baculites neocomiensis* »
» *Juilleti* »	*Aptychus Diday* Coq.
» *semistriatus* »	» *radians* Cog.
» *quadrisulcatus* »	» *Seranonis* Cog.
» *Morellianus* »	*Terebratula euganensis* Pict.
» *subfimbriatus* »	*Pecten alpinus* d'Orb.
» *rectecostatus* »	

Nell'altipiano di Fanis ed alla Stura, alle origini del Cordevole, il signor Hörnes recentemente raccolse queste altre specie:

Lytoceras subfimbriatum d'Orb.	*Aptychus lineatus* Peters.
» *Rossyanum* d'Orb.	*Haploceras nisus* d'Orb.
Olecostephanus cf. *Heeri* Oost.	

oltre a tre specie comuni colle note precedenti, cioè i *Phylloceras semistriatum* e *Morellianum* ed il *Baculites neocomiensis.*

L'esistenza però di queste specie non deve far credere che tali organismi fossero assai diffusi nei mari, ritenuti profondissimi, in cui questa roccia assai uniforme andava lentamente deponendosi. Questi fossili sono piuttosto scarsi di numero ed in uno stato di conservazione poco fortunato. Molte volte sono aderenti a nuclei di selce od in essi compresi, la più parte rivestiti da una teca ocracea, che rimpiazza il guscio e che all'atmosfera prestissimo si decompone. I piccoli ammoniti delle vicinanze di Lamon, nella valle del Cismone, i bei crioceri di Possagno, di Monfenera, di Valdobbiadene e di Vignole, negli Euganei, sono ancora tra le rarità paleontologiche.

Che questo profondo terreno cretaceo passi lateralmente alle forme della scaglia rossa compatta o mandorlata, con inocerami ed ittiodontoliti, come è opinione dei signori Hörnes e Mojsisovics, io non ritengo; poichè così a Campo Torondo come a Cesio e Vedana, a sud di Feltre, alla sella di S. Boldo e presso Longarone la zona kimmeridgiana è coperta non solo da una più o meno potente zona di calcare bianco,

omogeneo, il quale come dissi nel capitolo precedente, rappresenta con tutta probabilità i più recenti piani del Giura; ma si osserva una zona di calcari bianchi, marnosi, a nuclei di selce, in taluni punti della catena del Grappa e dei monti a sud di Feltre anche dolomitizzati; i quali calcari sono i rappresentanti della Creta inferiore. D'altronde gli ittiodontoliti di Mazzurega e di Castellavazzo accennano ad un terreno più recente del Neocomiano; come assicuravami l'egregio dott. Francesco Bassani, il quale determinava gli esemplari di quella località, che mi procurai in questi ultimi anni. Le specie sono le seguenti:

Lepidotus crassus Ag. sp.	*Ptychodus mammillaris* Ag.
Oxyrina Mantelli Ag.	» *latissimus* Ag.
	» cf. *Trigeri* Sauv.
	Saurocephalus lanciformis Harlau.

Essi accennano al piano *cenomaniano*, per quel poco valore che si può accordare agli ittiodontoliti. Vi abbondano anche gli *Inoceramus Lamarcki*, *I.* cf. *Coquadianus* D'Orb., *J.* cf. *concentricus* Park., i quali del pari accennano ad un terreno intermediario tra il neocomiano e la Creta superiore.

È un fatto abbastanza importante e già ripetutamente da me accennato quel sicuro insinuarsi di masse non molto estese di dolomia granulosa, cinerea o bianca, tra gli strati regolari del *biancone*. Ciò aveva io osservato l'anno scorso al monte Cavron, a sud di Arten, e poscia confermai con nuove e più numerose osservazioni nei dintorni di Bassano; specialmente nei pascoli a levante dell'Osteria di Campo. Il quale fatto prelude alla vasta dolomitizzazione, che subirono i calcari della Creta inferiore nella penisola istriana e nelle isole di Quarnero.

Superiormente al *biancone*, le recenti scoperte dei signori Arturo Rossi e F. Bassani hanno altresì svelato l'esistenza a nord di Possagno di un piano ittiolitico, che probabilmente corrisponde a quallo di Comen, nel Carso triestino, del terreno *aptiano*. Questi scisti, almeno per l'apparenza litologica, si ponno accompagnare per vasti tratti, così presso Valdobbiadene come a ponente del Brenta presso Marostica e Conco; quindi è ragionevole sperare che quivi si accrescano siffatti preziosi rinvenimenti. Al presente conosciamo soltanto il *Trisops microdon* Heck. ed una specie di *Belenostomus*. Non molto diverso può essere il livello, da cui provennero alcune filliti dal sig. De Zigno giudicate della Creta media, del *Faerazzo* di Polcenigo; anzi quivi devono essere state rinvenute anche delle impronte di pesci, che io non ho potuto procurarmi.

Tanto il *biancone* come la scaglia compatta, mandorlata, a strati regolari, che viene lavorata come marmo, pare che si estendano anche nel Friuli. Si osservano potenti banchi di calcare omogeneo, più o meno cloritico, a ridosso della zona kimmeridgiana presso Venzone, nella Venzonazza e nella catena del Montemaggiore e del monte Stole. Portandoci poi verso l'Isonzo e precisamente nel versante nord-est del Colaurat e nei monti di Wolzano, troviamo sotto alle rocce ippuritiche una particolare formazione di calcari selciosi, fortemente contorti, in strati tenui ed uguali. In essa il sig. Stur [1] credette di ravvisare il piano *urgoniano*. Essi alternano

[1] Dionis Stur, Mem. cit. Jahrbuch, 1858.

con marne rosse scagliose ad inocerami, più o meno micacee, alquanto diverse dalla *scaglia rossa,* che ivi pure come presso il paese di Flitch ed al passo di Carnitza (da Uccea in Resia) segna il passaggio tra le formazioni cretacee e le eoceniche. Queste forme di rocce assai rassomigliano a quelle, che nella valle dello Stura di Cuneo sostengono i lembi di eocene, aventi quivi l'aspetto del *Flysch alpino.* Anche la zona calcarea, che forma la gola del fiume Crati da Tarsia a Terranova di Sibari, nella Calabria citeriore, somministra un probabile riscontro di questo terreno, che nelle prealpi lombarde e nel rimanente del Veneto non trova alcun rappresentante. Gli straterelli selciosi sono quivi disposti regolarmente verso il centro di cadaun banco calcare; specialmente presso il crinale tra Luico e Zighino. Toltane la maggior compattezza ed il color grigiastro della roccia, vi ha una certa rassomiglianza con gli strati più regolari del *biancone* quali sono presso la vetta del Tomatico e del monte Fenera. Di fossili io non rinvenni che alcuni aptici assai logori ed articoli di crinoidi. Qualunque sia il preciso livello di questa formazione, è sicura la sua inferiorità rispetto al piano a rudiste, il quale, almeno nelle prealpi venete, è sviluppato in proporzione inversa della potenza presentata dalle più profonde formazioni cretacee. In questa regione però, esistano o meno i calcari a rudiste, le formazioni cretacee più recenti, sfumantisi coll'eocene, si stendono colla più perfetta continuità dal Garda all'Isonzo.

Questo *piano a Rudiste* è certamente assai complesso e risulta alla sua volta di masse lenticolari poco estese, le une con radioliti e caprotine, altre con prevalenza di ippuriti, altre infine colle ippuriti e con grosse sferuliti, associate a copiosissime nerinee. Così è al *Col degli Schiosi* sopra Polcenigo, della quale località il signor Pirona ([1]) determinò la *Nerinea Requieniana* d'Orb., N. *Uchauxiana* d'Orb., N. *Fleuriausa* d'Orb., e N. *Bauga?* d'Orb. del terreno turoniano. Un solo esemplare della prima di queste specie fu rinvenuto al colle di Medea, località la più nota per lo sviluppo delle radioliti. Questo esemplare è sufficiente per dimostrare che non molto diverso deve essere il livello di queste varie accumulazioni di così differenti tipi di molluschi costruttori di roccia.

Della fauna fossile cretacea del monte Pinè, sopra Fadalto, descritta e figurata dal Catullo ([2]), occorre una completa revisione, col materiale abbondante, che esiste al Museo di Padova e che si può aumentare con nuove ricerche in quello immane scoscendimento. Il sig. De Zigno vi indica le seguenti specie:

Acteonella brevis d' Orb.	*Hippurites cornupastoris* Desm.
» *gigantea* »	» *organizzans* Roll.
Acteon ovum »	*Radiolites ponsiana* d' Orb.

Dalla fauna del *Col degli Schiozzi* si occupa il sig. Pirona, che certamente arricchirà la geologia veneta di altro pregevolissimo lavoro.

([1]) G. A. Pirona, *La provincia di Udine sotto l'aspetto storico-naturale.* Udine, 1876.

([2]) Catullo tratta di questi fossili nel *Saggio di Zoologia fossile* (Padova 1827) e nella *Memoria geognostico-zoologica sopra alcune conchiglie fossili del calcare giurese, che si rileva presso il lago di S. Croce, nel territorio di Belluno.* Nuovi saggi dell'Accademia di Padova, Vol. IV, 1838. Sono 13 specie di rudiste, tra cui le caprinellidi ben conservate e quasi una ventina di altri molluschi, i quali creduti dal Catullo in gran parte di specie nuove vanno tutti ristudiati; nè occorre che io qui riporti i nomi assegnati da questo scrittore.

Fu questo stesso benemerito naturalista, che illustrò con varî scritti la fauna ippuritica del colle di Medea, ove tornò più facile una copiosa raccolta di esemplari mirabilmente isolati dalla erosione meteorica. I rapporti cronologici di questa fauna, stante la sua novità quasi completa, sono poco istruttivi per chi volesse conoscerne il livello cronologico, che per la *Radiolites lumbricalis* si fisserebbe presso l'*angounien* di Coquand [1] nel *turoniano.*

Le specie descritte dal mio egregio amico sono le seguenti:

Sphaerulites Meneghiniana Pir.
» *Visianica* »
» *Pasiniana* »
» *Guiscardiana* »
» *Beamnonti?* Bayl.
» *Pousiana?* d'Arch.
» *medeensis* Pir.
» *Catulloi* »
» *ponderosa* »
Radiolites Zignoana »
» *Gastaldiana* »
Radiolites lumbricalis d'Orb.
» *Taramellii* Pir.
» *fascicularis* »
» *angulosa?* d'Orb.
» *Massalongiana* Pir.
» *macroptera* »
» *trialata* »
Synodontites Stoppaniana Pir.
» » Var. *vittata* Pir.
Chama Forojuliensis Pir.

Alcune altre specie si possono ottenere, sebbene difficilmente, dalle cave di Sdrauscina di Sagrado, specialmente la colossale *Sphaerulites Cumani* Taram. Le ippuriti sembrano mancare a Medea, mentre le stesse specie dell'Alpago e del Pinè si raccolgono presso Barcis, presso Andreis, ed in vicinanza del ponte d'Iracle, sopra Medun, coll' *Ippurites sulcata* Defr. A quanto pare, occupano un livello alquanto più recente di quel massimo sviluppo delle radioliti. Le caprinellidi raccolgonsi presso al piano fillitico di Polcenigo e lungo la gola di S. Osvaldo, a nord di Tarcento; ma la loro determinazione è ancora incerta, per la scarsità e per la cattiva conservazione degli esemplari isolati. Lo sviluppo di questi stranissimi organismi sorpassa ogni immaginazione. Masse calcari talora compatte e potenti decine di metri, ma di solito regolarmente stratificate, si soprapongono per migliaja di piedi e sono interamente formate di cotali bibalvi, colle forme le più bizzarre e da un numero infinito di forme variatssime di radiolari, visibili anche ad occhio nudo. Questi sono però copiosi anche negli strati più profondi del piano eocenico, prima della comparsa delle alveoline e delle nummuliti. La regolare sopraposizione del calcare eocenico al calcare cretaceo senza intermezzo di altra roccia, attraverso questi banchi a foraminifere sino al piano ad alveoline, è evidentissima al colle di Medea, il quale colle verso Borgnano è composto dagli strati più recenti. Di ciò mi accorsi soltanto qualche anno dopo la pubblicazione del lavoro del mio carissimo amico. È quivi che si può segnare il limite occidentale del piano liburnico ed il limite sud-est della zona di sviluppo delle rocce caratteristiche dei più recenti strati cretacei del Veneto.

È notorio che questi sono generalmente coloriti in rosso, sempre più marnosi verso l'alto e talora arenacei, a struttura scagliosa; oppure in banchi regolari e

[1] G. A. Pirona, *Cenni geognostici sul Friuli*, 1860. — *Synodontites, nuovo genere di Rudiste*, Atti r. Ist. veneto, Serie III. Vol. XII. — *Ippuritidi del Colle di Medea in Friuli*, Mem. detta. Vol. XIV, 1868. — Opera citata, 1876.

sottili, che si scavano in più siti del Veneto come buono o discreto materiale di costruzione. Gli strati più profondi sono quelli ad inocerami e *Ptychodus latissimus* Agass. delle cave di Mazzurega, S. Giorgio, Mezzane, Marcellise, Pantena, in provincia di Verona; di numerosi punti dell' altipiano d' Asiago, ove servono anche per chiudere i prati e somministrano grossi aptici (¹), delle *Rhynchoteutis* e qualche mal conservato ammonite; dei dintorni di Feltre e delle cave di Cugnan, sotto Belluno, dove prevalgono le grosse *Ananchites concava* di Catullo. Superiori sono i calcari rossi, sottilmente stratificati con *Inoceramus Lamarcki* Römer, *Stenonia tuberculata* Des., *Cardiaster italicus* d'Orb. specialmente abbondanti negli Euganei (Frassenelle, Albettone, Lovertino, Galzignano) e nel Vicentino (Valdagno, Novale, Magrè, Crespadoro). E questi calcari sono ricoperti e talora rimpiazzati dalla scaglia rossa arenacea a banchi potenti, con quelle fucoidi spirali, che abbracciano tutta la massa della roccia e sono evidentissimi per un singolare modo di frattura di questa. Sono quelle stesse fucoidi della penisola di Sirmione, delle marne rosse senoniane del Bergamasco e della Brianza, dei dintorni di Possagno e nella valle del bacino di Alano.

Questa forma passa, a mio avviso, dal senoniano all' eocene, imperocchè essa si alterna colle più profonde arenarie del *Flysch* e talora contiene strati nummulitici, come io ho osservato a nord di Belluno, a Erto ed al molino Robanis di Meduno, e come trovò anche il signor Rossi Arturo nei dintorni di Segusino e di Possagno.

Il passaggio alle marne del *Flysch* è graduato e senza discordanza; come può scorgersi in tutto il versante settentrionale dei monti Faverghera, Col Vicentino, Cima di Lago e Cesen, oppure in alcuni punti delle falde meridionali del versante opposto del vallone bellunese ed anche presso Tambre, nell' Alpago. Nel Friuli questo passaggio è evidentissimo ovunque, lungo il limite indicato dalla Carta; epperò tale limite si è potuto segnare con questo affioramento, fortunatamente assai distinto anche solo per l' aspetto litologico. In queste marne rosse arenacee con fucoidi, verso la base, sonvi talora delle isolate masse lenticolari di calcare a foraminifere, con qualche traccia di coralli, come osservai nella vallicola di Pecol presso Torlano in Friuli; oppure dei banchi più estesi e più compatti, talora selciosi, come a Sagrogna di Belluno, ove più non si scorge nessuna traccia di organismi. Nell'altipiano del Cansiglio compaiono invece a questo livello frequenti amigdale di calcari bianchi o giallognoli zeppi di conocrini con qualche rarissimo gasteropodo; sempre interstratificate nella scaglia rossa, la quale quivi si innalza sotto la foresta sino alle falde del Cavallo e si estende probabilmente quanto la foresta medesima. Questo calcare a crinoidi compare anche nel vallone bellunese presso lo sbocco della valletta di S. Mamante, a ridosso del calcare selcioso passante verso la base al neocomiano.

(¹) Ritengo che la bellissima specie di Cesuna nei Sette Comuni, illustrata dal signor De Zigno col nome di *Aptychus Meneghinii* sia titoniana benchè ne sieno stati rinvenuti degli esemplari nel biancone di Solagna; e ciò per le ragioni che ho dette e che fanno ritenere quivi questa forma litologica più precoce. Gli aptichi della scaglia rossa di Asiago e del monte Grappa sono profondamente constatati e non furono sino ad ora sufficientemente studiati.

Qualora si ammetta, come pare opinione generale tra i geologi, che queste rocce di tinta rossa per abbondanza di ocra e con interstrati o con nuclei di selce rappresentino grandi profondità marine, e ritenuto come un fatto che esse appartengano alla creta superiore, verrebbe la conseguenza che la zona di sviluppo delle masse di calcari a ippuriti doveva essere abbastanza profonda; poichè presso Bassano, nelle cave di val Rovina e nelle cave di Magrè e recentemente dal signor Nicolis anche nel Veronese furono trovati nella scaglia rossa dei sicuri avanzi di ippuriti, che dovevano crescere in posto, non potendosi immaginare un trasporto a distanza sotto grandi profondità marine.

Se noi accettiamo poi il fatto che i terreni della Creta superiore, sieno calcari sieno marno-ocracei e scagliosi, rappresentano un mare profondo, e d' altra parte consideriamo che nella regione liburnica l'eocene ha una fisonomia di estuario (strati di *Cosina* con ligniti di quivi, di Pinguente, di Albona ecc.) e che esso si appoggia discordante sulla formazione cretacea, ci troviamo nella necessità di ammettere un locale sollevamento di questa regione, e che a questo sollevamento l'area del Veneto non sia stata soggetta. Infatti quanti scrissero dell' eocene della provincia veneta a ponente del Piave ammisero la sua concordanza colla scaglia rossa. Fanno eccezione i signori Hébert e Meunier-Chalmas, i quali affermano che questa scaglia ebbe a subire erosioni più o meno profonde, prima della deposizione dei più antichi sedimenti terziarî. La pluralità delle osservazioni milita però in appoggio di una concordanza. Per lo meno sta il fatto del carattere eminentemente marino dei più profondi strati eocenici, i *tufi* di *Spilecco*, e tuttora non si è trovato nel Veneto un equivalente della forma liburnica istriana. Ora nel Friuli a me parve di riscontrare ovunque una discordanza più o meno pronunciata tra il calcare a rudiste e la detta scaglia rossa, e le recenti osservazioni del prof. Camillo Marinoni sul banco madreporico di M. Plauris, insinuato tra le dolomie triasiche e giuresi, dimostrano che anche nel Friuli come nella regione liburnica tra l' epoca cretacea e l' eocenica vi fu un sollevamento assai energico, per cui affiorò parte dell' attuale area montuosa. E che sia stato realmente così, ne porge una prova convincentissima il carattere frammentizio, che nel distretto di Cividale e nell'alta valle dell'Isonzo, mantengono i terreni dell' eocene inferiore. Vi sono delle potentissime brecce calcareo-marnose, le quali contengono oltre alle rocce anche i fossili cretacei, conservatissimi; tanto che il sullodato prof. Pirona ve ne distinse più specie ed un genere nuovo ([1]).

La stessa vicinanza di terra emersa, dimostrata per depositi frammentizî intermediarî tra la Creta e l'eocene, viene attestata in un punto assai interno della catena alpina, cioè presso l'altipiano di Fanis in valle di Antruilles, alle origini del fiume Boite. Quivi vi sono sabbie e conglomerati potenti oltre 70 metri, a ciottoletti delle rocce giuresi circostanti e grossi ciottoli quarzosi, che ricordano le *Augensteine* dell'altipiano di Dachstein ([2]). Non vi furono rinvenimenti di fossili; ma è certo che anche

([1]) G. A. Pirona, *Sopra una nuova specie di Hippurites.* Atti Soc. ital. di scienze nat. Milano, Vol. XI, 1869; *Sopra una nuova specie di Radiolites.* Atti r. Ist. veneto di sc. lett. ed arti. Serie V, Vol. I. 1875; *La provincia di Udine sotto l'aspetto storico naturale.* Udine, 1876.

([2]) Mojsisovics, opera citata, p. 289.

se eocenico quel conglomerato deve essere del piano più antico ed accenna ad una emersione della regione centrale delle Alpi orientali durante gli ultimi periodi della Creta. I signori Hörnes e Mojsisovics lo ritengono cretaceo ma assai più recente del neocomiano della stessa località, frapponendosi tra questi conglomerati e le argille iridate scagliose uno spessore ragguardevole di arenaria.

Al chiudersi dell'êra mesozoica noi vediamo pertanto nell' area veneta delle differenze tra le varie *facies* litologiche assai più sensibili che allo scorcio dell'epoca giurese; di più, abbiamo la prova positiva di una parziale emersione. È il primo anello di quella lunga catena di eventi, che doveva produrre la orografia attuale. Nè chiuderò questi pochi cenni senza far notare l'altitudine ragguardevolissima, che i terreni della Creta (*cenomaniano* e *turoniano*) attingono nel gruppo del monte Cavallo (met. 2245) e del monte Pramper, a nord di Belluno (met. 2304) ad onta della abrasione, che devono aver subìto; e come queste quote così elevate siano presso al limite della depressione adriatica, oltre alla quale depressione, i terreni medesimi formano gli ondulati e non molto elevati altipiani dell'Istria occidentale. E una differenza di livello di un migliaio e mezzo di metri, della quale gioverà tenere calcolo allorquando dalle tuttora incerte ricerche sulla genesi della orografia continentale il geologo passerà a dimandarsi le ragioni dei più importanti accidenti della superficie terrestre, cioè dei seni di mare, dei golfi, dei mediterranei e degli oceani attuali.

CAPITOLO XIII.

Terreni eocenici a ponente del fiume Brenta.

Non mi fu concesso dalla brevità del tempo, in cui stesi questa memoria, di comporre una storia dettagliata degli studî numerosissimi risguardanti le formazioni terziarie del Veneto occidentale. Tuttavia non posso ommettere qualche cenno, prendendo le mosse dai lavori del Maraschini; di questo oculatissimo stratigrafo, che nel principio del secolo gettava la prima traccia della geologia vicentina. La sua serie venne, come è naturale, distrutta dagli studî posteriori; però in essa noi troviamo affermati i seguenti fatti di certo assai rilevanti: cioè, la esclusiva spettanza delle nummuliti al terziario; la interstratificazione a più livelli dei basalti e dei tufi col calcare e colle brecciole basaltiche; la inferiorità di un terreno analogo alla scaglia rossa, colla quale questo autore anzi confuse la zona di Spilecco; l'epoca relativamente recente delle ligniti e dei calcari fossiliferi di Monteviale. Inoltre sono indicate le principali località ove poi si raccolsero i materiali per gli studî paleontologici posteriori. Perciò perdoneremo ben volentieri se egli, conformandosi alla moda di quei tempi, si perde forse troppo a lungo a proposito delle argille plastiche e della *tartufite*; anche perchè in compenso ci porge i più sicuri dettagli stratigrafici sul calcare ittiolitico di Bolca e sulle filliti di Novale ([1]).

L'anno prima che fosse pubblicato il lavoro del Maraschini, A. Brongniart regalava alla scienza la classica Memoria, che rese famosi i fossili di Roncà ([2]). In essa non

([1]) P. Maraschini, *Sulle formazioni delle rocce del Vicentino*. Padova, 1824.

([2]) A. Brongniart, *Mémoire sur les terrains calcareo-trapeens du Vicentin*. Paris, 1823.

solo venivano descritte e figurate le specie più comuni di questa località e poche altre del Vicentino, ma si davano esatti profili così della Val Nera, confluente in Chiampo, come della valle di Roncà, di Montecchio maggiore, di Monteviale e di Bolea; in particolare quest'ultimo profilo è pregevolissimo. L'autore quindi ammette la analogia, se non specifica almeno di fisonomia paleontologica, di questi terreni con quelli del bacino di Parigi; ma non disconosce che questa associazione era stata già intraveduta dal Fortis ([1]) e che prima ancora l'Arduini aveva chiamati quei terreni, terziarî. Egli molto giustamente precisa questa idea, dichiarando che agli inferiori di questi terreni specialmente appartengono quelli del Vicentino, colla locale caratteristica dello sviluppo dei terreni basaltici. Colle specie descritte e figurate stabilisce il punto di partenza degli studî paleontologici su queste formazioni, particolarmente delle accennate brecciole. Quanto all'idea della formazione dei terreni terziarî nelle depressioni scavate nei terreni mesozoici più recenti, essa non può essere del tutto falsa; ma occorrerà precisarla con più sicure e più dettagliate osservazioni e svincolarla più o meno completamente dalla attuale orografia.

Dopo quell'epoca, come avviene ogniqualvolta ai raccoglitori è dato potersi riposare sopra una abbastanza ampia illustrazione paleontologica, se continuavano i naturalisti ad accorrere in questa regione non progredivano però molto rapidamente gli studî sulle faune fossili.

In un lungo periodo di oltre venticinque anni non ci si presentano che le importanti osservazioni di Murchison ([2]), le quali unitamente agli spaccati ponno essere tuttora guida utilissima a chi voglia studiare il terreno terziario nei dintorni di Bassano e di Possagno. Per quel tempo d'infanzia della geologia alpina compare di grandissimo merito il concetto, contenuto nel seguente brano: « La posizione poi altamente inclinata della zona terziaria esteriore (dall'autore meno esattamente riferita in massa al pliocene) sembrerebbe indicare, come già antecedentemente asserivo, che uno degli ultimi due grandi sollevamenti delle Alpi avesse avuto luogo dopo l'accumulazione della formazione subapenninica. Io non voglio in nessun modo dedurre da ciò che lo stesso sollevamento, il quale elevava la Creta bianca ed i depositi eocenici, sollevasse anche i depositi terziarî più giovani. *Al contrario io credo che questi ultimi sieno stati spinti in alto susseguentemente ma nella stessa direzione dei depositi terziarî più antichi, adiacenti* ». La sezione che passa per Castelcucco indica del pari in modo assai preciso la posizione delle marne fossilifere di Valle Organa e delle glauconie calcari, mioceniche, colà tanto sviluppate appena sopra il piano di orbitoidi. Trattando della serie di Magrè, riconosce nei tufi delle rocce sottomarine, fatte a spesa dei basalti, pure d'eruzione sottomarina.

Per quanto io sappia, per la prima volta si trova fatto cenno nel lembo eocecenico di Gallio. L' eocenicità del deposito ittiolitico di Bolca viene posta fuori di dubbio.

In complesso è da riconoscersi che i pochi cenni lasciatici dal sig. Murchison sul terziario del Veneto sono da calcolarsi tra le orme più sicure e più stabili del

([1]) Fortis, *Della valle vulcanico-marina del territorio di Roncà*. Venezia, 1778.

([2]) *Philosophical Magazine*, Vol. V, giugno 1829. — *Struttura geologica delle Alpi e degli Apennini e dei Carpazi*, tradotto dai professori Meneghini e Savi. Pisa, 1850.

suo genio, così ardito e così felice in ravvicinamenti e corollarî che a quel tempo essere dovevano difficilissimi. Era però ancora un italiano, il sig. De Zigno, che di oltre dieci anni preveniva gli asserti dei geologi forestieri quando nel 1858 (¹) attribuiva all'*oligocene* la zona a *Scutella* e *Clypeaster* del piano di Schio e faceva nota la presenza degli strati a brachiopodi alla base dell'eocene. Vedremo come il limite superiore dell'eocene e la sua base siano appunto segnati da questi due piani; la posizione del primo di essi essendo poi stata meglio precisata dagli studî sulle faune di Castelgomberto, Laverda e Sangonini. E furono del pari due benemeriti botanici italiani, il Massalongo ed il Visiani, che nel 1856 (²) pubblicarono una pregevolissima descrizione di circa quaranta specie delle filliti di Novale (Val delle Fosse) e dimostrarono quali fossero le analogie tra questa flora e le altre del pari terziarie del Vicentino, di Stradella, di Sinigaglia con parecchi giacimenti fuori d'Italia.

Le massime somiglianze stanno col giacimento di Salcedo e con Rabodoi, in Croazia. Gli autori si astennero da ogni giudizio sull'epoca di questa flora; ma tali analogie chiaramente la dicevano oligocenica. Nè molto diversa è l'epoca del famoso giacimento del Chiavon, presso Lugo, d'onde la illuminata munificenza dei conti Piovene trasse quelle meraviglie di filliti, che si ammirano nel palazzo di questi signori in Lonedo. Ed il compianto Visiani le illustrava, insieme a quelle del monte Vegroni e di Roncà, colla splendida opera pubblicata nel 1864 e con un supplemento del 1875 (³) fissando le seguenti specie:

Dal Chiavon:

Phaenicites italica Mass.
» *Sammicheliana* Mass.
» *rarifolia* Vis.
» *Lorgnana* Mass.
» *Fracastoriana* Mass.
» *Massalongiana* Vis.
» *densifolia* Vis.
» *magnipes* Vis.
» *Zignana* Vis.
Agarites prisca Vis.
Aloites italica Vis.

Da monte Vegroni:

Hemiphaenicites Dantesiana Vis.
» *Wettinioides* Vis.
» *flabellarioides* Vis.

Da Bolca:

Geonamites Saturnia Vis.
Paleospata bolcensis Vis.

Il riferimento delle accennate filliti all'oligocene e la scoperta degli antracoteri negli strati lignitici di Monteviale e di Zovencedo, che poi furono soggetto di una pregevole memoria del D. Francesco Secondo Beggiato (⁴), indirettamente contribuivano a rendere sempre più diffusa l'opinione che la porzione superiore dei depositi terziarî del Vicentino dovesse staccarsi dall'eocene; come aveva sospettato prima il Bronn ed asserito il barone De Zigno per gli strati di Schio e confermato nel 1861

(¹) A. De Zigno, *Prospetto di terreni sedimentarî del Veneto.* Atti Ist. veneto, 1858, Serie 3.ª Vol. III.

(²) R. Visiani e A. Massalongo. *Flora dei terreni terziarî di Novale.* Mem. r. Acc. di Torino, Ser. II, tav. XVII.

(³) R. De Visiani, *Palmae pinnatae terziarie.* Mem. r. Ist. veneto, Vol. XI, 1864; *Di alcuni generi di piante fossili.* Ibidem. Vol. XVIII.

(⁴) D. F. Beggiato, *Antracoterio di Zovencedo e di Monteviale.* Mem. Soc. di sc. nat. Milano, Vol. I, 1865.

il Michelotti per gli strati di Castelgomberto ([1]). Ma in fatto ciascuno degli accennati giacimenti fillitici rappresentava un periodo speciale e precisamente quello di Bolca fu il più antico deposito, come venne riconosciuto dal Heer ([2]) e gli altri si mantengono tutti *inferiori* al livello della flora eo-miocenica, che caratterizza l'aquitaniano e che si estende nella Svizzera con piante di clima temperato mancanti nelle nostre flore di Novale, Chiavon, e Salcedo. Le zone lignitiche, per conseguenza a più riprese si alternavano cogli strati marini, che lentamente si formavano nell'arcipelago corallino vulcanico del Vicentino.

Trascurando i meno precisi riferimenti proposti da Mortillet ([3]), dal Pareto ([4]), dal Meyer ([5]), dobbiamo al signor Hébert ([6]) un interessante confronto tra il terziario veneto e quello del bacino di Parigi, che può essere espresso dal quadro seguente:

Sabbie di Soissons, piano di Biarritz	Monte Bolca, Monte Berici, Priabona.
Calcare grossolano inferiore	S. Giovanni Illarione, S. Pietro Musolino.
Calcare grossolano superiore Sabbie di Beauchamp	Roncà.
Sabbie di Fontainbleau	Scisti marini di Salcedo, S. Gonini, Castelgomberto, Monteviale, Montecchio Maggiore.
Calcarie di Beauce	Ligniti di Salcedo, Zovencedo.

Il riferimento degli strati di Priabona ad un livello così antico era dipendente dal non essersi a quel tempo riconosciuta la vera posizione del piano di Biarritz, al quale corrisponde il piano vicentino. Questa traccia fu utilissima negli studî che da questo punto andavano sempre più sicuramente progredendo, così in Italia come per opera di stranieri. Da noi uno degli egregi allievi del prof. Meneghini, si consacrò con pazienti ricerche allo studio dei corallarî veneti, confrontandoli con quelli del Piemonte e giovandosi delle collezioni già illustrate dal Catullo; e se la pubblicazione della sua opera principale su questo argomento venne per circostanze deplorevoli ritardata, l'autore pubblicò negli anni 1867 e 68 due pregevoli memorie ([7]), nella prima delle quali si dimostrava la successione delle faune coralline di S. Giovanni Illarione, di Roncà, di Montecchio Maggiore e di Castelgomberto, e la scarsa analogia delle ultime due col miocene inferiore del Piemonte; e nella seconda si

([1]) G. Michelotti, *Études sur le miocène inférieur de l'Italie septentrionale.* Harlem, 1861.

([2]) Heer, *Reckerches sur le climat et la végetation du pays tertiare.*

([3]) G. Mortillet, *Terrains du versant italien* etc. Bull. Soc. géol. de France. 2ª Ser. T. XIX, 1862.

([4]) L. Pareto, *Note sur les subdivision que l'on pourrait établir dans les terrains tertiaires de l'Apenin septentrional.* Ibidem 1854, T. XXII.

([5]) C. Mayer, *Tableau syncronistique des terrains de l'Europe.* J. E. Zurich, 1865.

([6]) Hébert, *Note sur le terrain nummulitique de l'Italie septentrionale et sur l'oligocène.* Bull. Soc. géol. de France. 2 éd. T. XXIII, 1860.

([7]) A. D'Achiardi, *Coralli fossili del terreno nummulitico delle Alpi venete.* Catalogo delle specie e brevi note. Pisa, 1867. — *Studio comparativo fra coralli dei terreni terziarî del Piemonte e delle Alpi venete.* Pisa, 1868.

confermava il riferimento del piano corallino di S. Giovanni Illarione all'*eocene medio*, associandovi l'interessante deposito di Valle Organa, presso Possagno, del quale si aumentava il numero delle specie di polipaj. Vi si dichiara del pari essere la fauna corallina di Roncà di queste alquanto più recente, accostandosi al piano di S. Gonini di Lugo, di Guata e di Salcedo. Assai diverso e più recente si affermava il piano di Laverda e Crosara; nel piano di Castelgomberto si trovava la massima analogia col deposito di Oberburg; ritenendosi poi che fossero tutti questi tuttavia più antichi del bormidiano, per la prevalenza delle specie eoceniche. In questa memoria così si distribuivano adunque i piani corallini del Veneto:

1° Gruppo.

Bolca. — Via degli Orti e altre località analoghe a Valle Organa. — S. Giovanni Illarione, Chiampo ecc. — Roncà. — Sangonini di Lugo e Gnata di Salcedo (tufi inferiori).

2° Gruppo.

Crosara, Laverda, Colvene ecc. — Salcedo. — Sangonini di Lugo (tufi superiori). — Castelgomberto, Montecchio, Maggiore, Monteviale.

Questo ultimo piano è ritenuto più recente del bormidiano di Dego, Sassello, Mornese e Calcare, e parallelo a Fontainbleau ed a Gaas. L'ordinamento dei livelli pertanto si specifica sempre più, in armonia coi risultati dei confronti delle faune e delle osservazioni stratigrafiche. Che il piano di Castelgomberto sia eocenico, oppure oligocenico, non si afferma nè si nega.

Fu buona ventura che a generalizzare ed a ravvivare gli studî sul terziario del Veneto si radunasse nel 1868 il Congresso dei naturalisti in Vicenza; simpaticissimo ritrovo, che ha lasciato la più grata ricordanza in tutti coloro che vi ebbero parte.

Fu allora che il signor Suess diede lettura di una sua memoria, pubblicata con pochi cambiamenti nell' anno medesimo [1], la quale segna il principio della seconda fase, realmente progressiva dello studio sull' eocene nelle provincie venete. In questo lavoro di grande merito, abbiamo per la prima volta esposto delle idee sintetiche sulla posizione stratigrafica della formazione in discorso. Si pone come fatto fondamentale la *frattura Schio-Vicenza*, a levante della quale gli strati sono fortemente sollevati, come già il sig. Murchison aveva osservato presso Bassano ed anche arrovesciati, come a S. Orso, mentre a ponente si incurva un'ampia sinclinale, cogli strati rialzati verso Recoaro e verso gli Euganei. Anche i terreni miocenici e pliocenici dell'Asolano sono fortemente rialzati, come aveva dimostrato il signor De Zigno. I grandi contorni tectonici di questa regione sono una conseguenza necessaria del sollevamento delle Alpi, ed i basalti, ai quali si era in altri tempi abituati ad attribuire un così considerevole potere sollevante, non furono quivi cagione se nonchè di perturbazioni locali. I maggiori coni basaltici, come quelli di Purga di Bolca, del Faldo, dell'Altissimo, del Cavallaro, lungi dall'essere centri di eruzione, non sono che frammenti di potenti colate. I basalti cominciano colla scaglia e si alternano a varie riprese, sino al piano di Castelgomberto. La più potente colata, quella del Faldo, comprende tufi con sole conchiglie terrestri; altrove le faune dei tufi sono

[1] E. Suess, *Sur la structure des dépôts tertiaires du Vicentin*. Atti Soc. It. di sc. nat. Milano, 1869, Vol. XI. Sitzung-Bericht d. k. Akad. d. Wiss. Wien, 1868.

sempre marine. I più potenti centri dovevano essere a ponente dell'area vicentina. È probabile che tra quei pochi ritenuti dal sig. Suess come eruttati su quest'area stessa ci fossero i basalti delle Breganze e di Calverina; ma non specifica l'autore alcuna località. Le fasi della eruzione basaltica ricevono un primo ordinamento in sei periodi, come segue:

1. al livello dei tufi di Spilecco;
2. appena prima della formazione delle brecciole di Roncà;
3. prima dei tufi di Ciupio e monte Vegroni;
4. all'epoca della grande colata del monte Faldo;
5. dopo un lungo intervallo, alle basse dei tufi di S. Gonini;
6. all'epoca degli strati di Castelgomberto;

I piani terziarî del Vicentino furono poi suddivisi come segue:

I. *Tufi di Spilecco*, calcari marnosi di color mattone, a chiazze verdi, alternanti talora con tufi grigi. Contengono in copia borguetticrini e la *Rhynchonella polimorpha* Mass. Corrispondono alle prime eruzioni basaltiche, secondo l'autore; però dietro Castello di Valdagno scorgesi una colata basaltica tra gli strati della scaglia. Questo terreno corrisponde agli strati superiori della scaglia rossa, arenacea, ove questa si alterna colle rocce arenacee e marnose del *Flysch,* nel bacino di Belluno e nel Friuli, sin presso Gorizia.

II. Il gruppo di Chiampo, monte Postale, Brusaferri, S. Giovanni Illarione e piano a *Conoclypus conoideus.* Zona troppo complessa di terreni, in cui l'autore già distingue sette sottopiani, coi calcari grossolani e ad alveoline alla base (compresa la flora di monte Postale) colle filliti di Novale nella parte mediana e coi tufi di S. Giovanni Illarione nella porzione più elevata; mantenendosi di questa il suaccennato parallelo, proposto dal sig. Hebert.

È incerto il riferimento della brecciola basaltica di Roncà, riposante sopra potente colata di basalto e ricoperta da un tufo con grosse ostriche e quindi da calcare giallastro con altro interstrato basaltico. In questo calcare giallastro continuano solo talune specie della brecciola, la quale per la abbondanza dei ceriti e delle cirene accenna ad acqua salmastra; tantopiù che si osservano in alto piroscisti con filliti e calcari con *Helix*, nonchè un letto ad ossami di rettili (*Trionix* e *Crocodilus Vicentinus* Lioy). È questo l'orizzonte della grande colata basaltica del Faldo e dei più abbondanti depositi in lignite di Purga di Bolca, Altissimo, Cerealto, S. Pietro Mussolino, Pugnello e Malò, colle filliti di monte Vegroni presso Bolca.

III. Gruppo detto provvisoriamente di *Priabona.* Vi prevalgono i calcari ai basalti e si sviluppano abbondantissime le orbitoidi e la *Serpula spirulaea.* Alla base sonvi gli strati ad *Anomia*, poi il calcare a *Schizaster rimosus*; quindi le marne ad *Operculina ammonea* di Costalungo, nell'Asolano, che riposano sopra le marne a *Cycloseris Perezi* di Valle Organa e di Rio degli Orti. Il gruppo si chiude con dei tufi nodulosi, caratterizzati da una grossa specie di *Nautilus.*

IV. Gruppo di *Grosara*, coi calcari a briozoi di Priabona, Val del Lonte, nella Marostica ed in molti punti dei Berici, associato al precedente. Comprende i seguenti sottopiani:

a) Zona ed *Eupatagus rimosus* Laube.

b) Banco madreporico di Crosara, assai limitato, con *Terebratulina tenuirostris.*

c) Strati di S. Gonini di Lugo e Gnata di Salcedo. Probabilmente appartengono a questo livello le filliti del Chiavon: secondo Fuchs è il piano di Latdorf, di Helmstaedt e Bookenshurst.

d) Strati di *Laverda* con arenarie ed argille a tipo di *Flysch*, con *Sanguinolaria Halovaysi* e *Pholadomya Fuchsi*; sviluppansi a levante di Vicenza.

V. Gruppo di *Castelgomberto*. È una massa di calcare che si attenua verso la *Marostica* mentre si sviluppa sempre più verso il monte Pulgo presso Priabona, comparendo poi in punti isolati nei colli Berici. Vi spetta la zona ad *Echinolampas subsimilis*, a *Chyphosoma cribrum* ed a *Hemipneustes Meneghini*. Manca nella porzione nord-ovest del Vicentino. Vedremo tosto dopo i risultati degli studî di Fuchs e di Reuss. A questo punto cadono le ligniti di Zovencedo e Monte Viale. Segue poi un ultimo gruppo, quello di Schio, del quale il sig. Suess riconosce la discordanza della serie eocenica; ma ritiene che tale discordanza non si debba attribuire a diverso modo di deposito. Se non ho frainteso il concetto dell'esimio geologo in questo punto importante, egli ritiene in altre parole che non siavi stata emersione intermedia di questa regione tra l'eocene e l' oligocene; ma solo uno spostamento sottomarino di strati per iniziato sollevamento. Questo pure io credo; stantechè gli strati sicuramente aquitaniani non si spingono ad altitudini superiori di mille metri, mancano sull'altipiano dei Sette Comuni e presentano già una localizzazione in taluni bacini, che alla lontana preludono alla orografia attuale, sebbene incomparabilmente assai meno degli strati miocenici.

Evidentemente il sig. Suess non stacca il piano di Castelgomberto dall'eocene; anzi tra questo e la zona di Schio pone l'accennata discordanza, la quale potrebbe ragionevolmente interpretarsi come un limite superiore di una formazione che nella sua porzione più recente può dirsi indifferentemente eocenica superiore od oligocene inferiore. La quale sua opinione non essendo divisa dagli scrittori posteriori, occorre che meglio ce ne facciano un concetto in base ai risultati dei più dettagliati studî delle faune per parte dei signori Reuss, Fuchs, Laube e Dames. Mi sia concesso pertanto infrangere l'ordine storico di questa esposizione, onde meglio giudicare delle suddivisioni e dei riferimenti, che dopo il sig. Suess proposero i signori Bayan ed Hébert. Il primo specialmente autorevole a questo riguardo per più lunga dimora e per lo spregiudicato giudizio; il secondo più ricco di dettagli stratigrafici e di riferimenti con altre località lontane, ma evidentemente troppo disposto, non meno del suo collega di studio il sig. Meunier-Chalmas, ad aumentare la serie dei sottopiani per differenze affatto locali [1]. A proposito della fauna di Castelgomberto, contemporaneo

[1] È mio debito il ricordare come in data del 15 gennaio 1868 il signor ingegnere Francesco Molon presentasse alla Società italiana di Scienze Naturali un importante lavoro, che fu poi pubblicato nel secondo volume delle Memorie della società stessa, sulla flora terziaria della prealpi Venete. Lasciando ai paleofitologi il giudizio della seconda parte di questa memoria, dalla descrizione stratigrafica che vi precede risulta come l' autore, prima od almeno contemporaneamente al signor Suess, fosse addivenuto ad una serie di terreni assai dettagliata ed in alcuni punti ancora più precisa di quella enunciata dal geologo straniero. Ad esempio il signor Molon collocava fin da quel primo lavoro

allo studio del sig. D'Achiardi che ne lasciava in sospeso il giudizio della eocenicità (però dichiarando questo piano più antico del miocene inferiore della valle della Bormida) veniva condotto colla perizia e colla autorità di un decano della paleontologia il lavoro del sig. Reuss [1].

Sotto il nome di strati di Castelgomberto questo autore abbraccia molte località; quali sono monte Pulgo, monte Castellaro presso Castelgomberto, monte Grumi, monte Spiardo, S. Trinità e monte Carriole, Montecchio Maggiore, monte Rivon, monte Carlotta, Monte Viale, Canal di Peruzzi, Crocetta di Vicenza, Zovencedo, Sangonini e Ponte. Località bensì affratellate da comunanza di specie, ma che permettono una ulteriore suddivisione del piano. Così al monte Rivon ed al monte Carlotta i calcari rossi e gialli bucherellati potrebbero pigliar nome dal prevalente *Hemicardium subdissimile* Mich. e quelli del monte Pulgo e monte Spiardo dal comunissimo *Macropneustes Meneghini*. Quanto alle rocce, prevalgono ora i tufi, ora il calcare, bucherellato o compatto e bianco, come a monte Pulgo e monte Rivon. In alcuni siti i coralli sono veramente a banchi ed associati in masse grandiose; oppure sono sparsi ed in piccoli individui. Sommano a 83 le specie determinate dal sig. Reuss, ma molto più numerose sono in realtà; non sempre la conservazione permettendone una esatta diagnosi. E le più interessanti particolarità di pseudomorfosi, di sostituzioni, di ricostituzioni di parti dure, avvennero anche in queste rocce relativamente recenti; sino ad avere polipai esattamente modellati in calcite, formanti nel loro interno delle geodi con questo minerale e con *celestina*.

Il carattere terziario della fauna corallina non toglie che vi siano generi prima di questo studio ritenuti più antichi, prevalentemente mesozoici (*Epismilia*, *Cyathophyllia*, *Leptophyllia*, *Comoseris*). Soltanto 20 delle 83 specie sono comuni con altre località fuori del Vicentino e queste la più parte di Oberburg; analogia, anzi per l'autore identità di livello, che è confermata anche da due specie di briozoi (*Membranipora subaequalis* e *Lepralia multiradiata* Reuss).

Giova però notare coll'autore medesimo che mancano nel Vicentino le specie più comuni del deposito di Oberburg ed a questo fa difetto la più diffusa delle specie vicentine. La qual cosa, a mio avviso, getta un dubbio sulla asseverata contemporaneità; non intervenendo a spiegare questa differenza alcuna sicura diversità di *facies*, come sarebbe il caso del confronto del Castelgomberto cogli strati di Weinhein, nel bacino di Magonza, ove prevalgono esclusivamente le specie con individui isolati. Anche col deposito francese di Gaas, due sole specie non mi sembra che bastino a stabilire una sicura contemporaneità; nè certo si tratta del piano del più profondo miocene apenninico del Piemonte. D'onde parmi, che almeno dalla fauna corallina non risulti la sicura separazione del piano di Castelgomberto dall'eocene; mentre rimane

la serie di Roncà appena sotto a quella di S. Giovanni Illarione e riscontrava come talune distinzioni possibili per una località in un determinato piano non fossero poi possibili altrove, dimostrando una vasta conoscenza dei rapporti stratigrafici. Vedremo poi più avanti altre ulteriori osservazioni dell'autore medesimo, specialmente sui colli Berici, le quali vennero pubblicate quando questo scritto era in corso di stampa.

[1] Reuss A. E. *Die fossilen Anthozoen der Schichten von Castel Gomberto.* Denkschr. k. Akad. d. Wiss. Wien, 1868. Vol. XXVIII.

la profonda differenza tra questo estremo livello corallino del Vicentino ed il piano a *Scutella subrotunda* ed a *Lithothamnium*, che è indubbiamente aquitaniano o come io direi a scanso di equivoci, *miocenico inferiore* o *bormidiano*.

Nel secondo lavoro sui polipai del gruppo di Crosara [1] appoggiasi l'autore medesimo ad una dettagliata esposizione stratigrafica comunicatagli dal sig. Suess, la quale conduce ad ammettere l'esistenza di tre piani, che sono anche distinti per carattere paleontologico e che si mantengono costantemente inferiori al piano di Castelgomberto, e sono: 1° le argille a briozoi, con *Terebratulina caputserpentis*; 2° il banco corallino di Crosara; 3° i tufi di Sangonini. Le 72 specie illustrate dei briozoi del primo membro sono pressochè tutte esclusive alla località vicentina e non presentano che una analogia generica con quelle dell'eocene parigino; l'autore stesso riconosce lo scarso loro valore nello stabilire dei paralleli e dei caratteri in un singolo piano. I coralli del banco medesimo appartengono pel 30 % alle specie di Castelgomberto e pel 20 % a quelle di Oberburg; però hanno *diversa fisonomia* e spettano in parte a generi mancanti in questi piani. Epperò l'autore non dubita di ritenerli bensì oligogenici essi pure, ma riferibili ad un livello più antico del piano di Castelgomberto, il quale in questo lavoro esplicitamente viene ascritto all'oligocene superiore.

Nella terza memoria [2], sui coralli sicuramente eocenici del piano di S. Illarione, lo stesso autore arriva alle seguenti conclusioni, di cui talune comprendono anche i risultati dei lavori precedenti.

Gli strati di Castelgomberto sono coevi con quelli di Oberburg e di Gaas; spettano all'oligocene superiore.

La faunula corallina di Sangonini può considerarsi una *facies* speciale del piano di Crosara, dovuta a maggiore profondità. La inferiorità del piano corallino di Crosara rispetto a quello di Castelgomberto è mantenuta, ma con passaggio immediato e senza affermare precisamente a quale divisione dell'oligocene inferiore spetti la più antica delle due. La fauna di S. Giovanni Illarione, decisamente eocenica, come dimostrò già il sig. D'Achiardi, si collega a quelle del calcare grossolano di Parigi, di Nizza e dei Pirenei. La faunula corallina di Val Baritoli, presso Roncà ed il deposito di Valle Organa sono anche pel sig. Reuss sicuramente coevi a S. Giovanni Illarione.

Informato poi il sig. Reuss delle conclusioni tratte dal sig. Bayan dallo studio dei molluschi (per le quali, come sotto vedremo, il piano di Crosara viene mantenuto nell'eocene superiore) dichiara in una nota (p. 47) che i proprî risultati sono esclusivamente basati sui coralli e sui briozoi e quindi sembra rimettersi il giudizio suggerito dallo studio del complesso della fauna. Pertanto che oligocenico sia il piano di Castelgomberto risulta indubitata conseguenza di studî pazientissimi; nè vorremo rinunciare a farne tesoro, come di fatto dimostrato, che però per acquistare valore

[1] A. E. Reuss, *Die fossilen Anthozoen und Briozoen der Schichtengruppe von Crosara*. Denkschr. K. Ak. der Wiss. B. XXIX, 1869.

[2] A. E. Reuss, *Die fossilen Anthozoen der Schichtengruppe von S. Giovanni Illarione und von Roncà*. Nachträge zu den ersten zwei Abtheilungen. — Schlussbemerkungen. — Denkschr. k. Ak. Wiss. B. XXXIII, 1874.

decisivo dovrebbe essere suffragato dallo studio anche del resto degli animali superiori ai coralli.

Vediamo quindi a quali conseguenze sia giunto il sig. Fuchs collo studio dei molluschi del piano di Laverda, di Sangonini e di Castelgomberto ([1]) all'intento di formarci l'idea della loro posizione stratigrafica rispettiva e dei loro rapporti colle faune più antiche. Ricorda l'autore come una parte delle forme ascritte alla fauna di Roncà nella Memoria di Brongniart spettino al piano Sangonini; errore causato dalla grande analogia litologica epperò non schivato nemmeno dai geologi posteriori, ma tuttavia dannosissimo nella classificazione dei depositi terziarî di questa regione. Rimarca come Hébert giustamente riferisse questo livello a Gaas e Fontainebleau; ma che alla sua volta poi errasse nell'attribuire all'eocene medio talune specie per esso piano caratteristiche. Onde fissare i termini di confronto per le considerazioni che è per fare, espone un elenco delle tipiche località, eoceniche ed oligoceniche, tra queste ultime comprendendo pur quelle di Dego, Calcare, Sassello, Belforte e Mornese ed *assumendo come sinonime le denominazioni di eocene superiore e di oligocene* ([2]).

Le 221 specie esaminate si ripartono in quattro gruppi cioè:

1° talune per la massima parte nuove, esclusive al Vicentino;

2° altre esclusive all'oligocene, le più importanti;

3° certo numero di specie che altrove appartengono all'oligocene, ma che pur compajono nei piani più antichi;

4° altre infine (solo 25) che sono altrove esclusivamente eoceniche.

Osserva il sig. Fuchs che l'analogia coll'*oligocene* od *eocene superiore* delle altre contrade sarebbe certamente maggiore qualora fossero le faune di queste più note e più abbondanti.

Contrapone alla già scarsa analogia di questa colle faune vicentine più antiche il fatto che in queste non si trovano che pochissime specie dei piani da lui descritti (60 su 300), tra le quali nessuna delle caratteristiche. D'onde compare tra queste due divisioni dell'eocene una profonda differenza, maggiore ad esempio di quella che esiste tra gli strati oligoceni e gli eoceni di Hamshire.

Passa quindi alla questione se le differenze esistenti tra le faune dei due singoli gruppi di Sangonini, Laverda e Castelgomberto si abbiano a giudicare come dovute al graduale cangiamento degli organismi oppure a speciali condizioni orografiche, che localizzassero le varie *facies* di una medesima fauna.

Trova che la *fauna di Castelgomberto* è distinta per la straordinaria varietà, per l'abbondanza dei coralli associati e degli echini, per le bivalvi dal guscio potente, per la preponderanza dei trochi, dei ceriti, delle marginelle, delle rissoe, delle rissoine e delle bulle. La *fauna di Laverda* all'incontro è caratterizzata da una

([1]) Th. Fuchs, *Die obere Schichtengruppe oder die Schichten von Gomberto, Laverda und Sangonini.* Denkschr. k. Ak. d. Wiss. Wien, B. XXX, 1870.

([2]) È degna di rimarco l'insistenza, colla quale avvertitamente l'autore usa entrambi questi sinonimi sempre accoppiati. Non so se si possa generalizzare la questione sulla convenienza o meno di mantenere la denominazione di oligocene; ciò avrebbe dovuto essere argomento di discussione nel passato Congresso geologico.

desolante uniformità di specie, prevalendo le bivalvi. La *Fauna di Sangonini* è distinta da bivalvi sinupaleali, da gasteropodi canaliferi, da coralli isolati, con scarsità evidentissima delle specie di Castelgomberto.

L'autore paragona queste tre faune colle tre *facies* della formazione miopliocenica del bacino di Vienna e trova che di esse parimenti l'una ha carattere di banchi corallini, il calcare di Leitha; l'altra ha fisonomia litorale, con arenarie e con bivalvi, ed è quella delle sabbie di Potzleindorf; la terza infine è di mare profondo, con Fusus, Pleurotome e coralli isolati. Ora risulta dagli ultimi studî che queste tre fisonomie non hanno un carattere cronologico, ma sono strettamente collegate colla natura dei sedimenti e quindi colle condizioni d'ambiente. E potendosi dire la cosa stessa delle tre accennate faune vicentine, ne seguirebbe secondo il signor Fuchs che queste pure si avessero a considerare non come successive cronologicamente ma come coeve e facienti parte di una medesima grande fauna. Se poi gli estremi di Castelgomberto e di Sangonini sono separati da speciali gruppi di forme esclusive per ciascuno, troviamo nei coevi depositi di Gaas e di Lesbarritz parecchie altre forme, che servono di passaggio tra questi tipi.

Infine l'autore a conferma di questa sua idea asserisce che anche nei siti dove il piano di Sangonini coesiste con quello di Castelgomberto ed è ad esso inferiore, questa inferiorità è esclusivamente accidentale e se confrontiamo le faune di entrambi coll'oligocene germanico troviamo che dei due piani le analogie massime sono non pel superiore ma per l'inferiore di essi. A suo avviso la cosa non si può spiegare se non ammettendo che col cangiarsi delle condizioni locali sottentrasse l'una a l'altra *facies* della medesima fauna. La quale argomentazione evidentemente acquista il valore di buon argomento quando sia dimostrato che questa successione sia stata affatto locale e si sia compiuta in breve tempo; delle quali cose io dubito assai.

Almeno nell'ampio tratto dal Brenta al Tagliamento, che mi è noto per più frequenti escursioni, parvemi di aver rilevata una grande regolarità di successione delle varie forme litologiche e quindi di cambiamenti orografici. Nel Vicentino poi, per quel poco che ho veduto e per quel moltissimo che si disse dagli autori, la regolarità è ancora maggiore; tanto più se noi prescindiamo dai tufi vulcanici. Essendochè da una formazione di mare profondo, quali sono i tufi di Spilecco, passiamo alla formazione corallina di Castelgomberto attraverso una oscillazione intermedia, di cui il periodo di massimo sollevamento del fondo marino corrisponde ad una intermedia zona corallina, quella di S. Giovanni Illarione. In seguito, gli strati di Schio si adagiano sull'oligocene inferiore (od eocene superiore) *con una fortissima differenza di fauna e di distribuzione dei suoi varî aspetti litologici*, presentando rispetto al piano di Castelgomberto tale salto quale non si osserva tra alcuna delle accennate suddivisioni dell'eocene. Dai tufi di Spilecco al piano di Schio abbiamo quindi una serie di periodi, in cui la natura delle faune va gradatamente modificandosi, per modo che quando una oscillazione intermedia riporta le condizioni opportune allo sviluppo dei coralli associati, la fauna corallina non è già quella o affine a quella di S. Illarione ma ha caratteri speciali. È questa la fauna di Castelgomberto, che però non è la fauna del più profondo miocene apenninico. Ma affinchè tale cambiamento

avvenisse, a me sembra che occorreva una serie assai lunga di periodi, ciascuno caratterizzato da speciali forme, le quali poi variamente si raggruppassero e si localizzassero per una serie di secoli, in corrispondenza delle successive condizioni di ambiente. In altre parole, *pur ammettendo la corrispondenza delle varie facies di questi tre piani più recenti con tre diverse condizioni di fondo marino*, devesi pur riconoscere che queste condizioni si dovettero cangiare gradatamente ed uniformemente. Epperò queste *facies* non si ponno chiamare contemporanee. Il chiamarle poi oligoceniche per confonderle colla fauna del piano bormidiano, pel sig. Fuchs oligocenica, anzichè eoceniche superiori, non è certo un progresso per la geologia stratigrafica. Certamente sino a che si tratta di colorire una Carta geologica mi guarderei bene di separare questi piani, anzi non potrei nemmeno separare dall'eocene medio il gruppo che esse formano riunite insieme. Ma se si tratta di seguire la storia filogenetica delle specie, oppur di fissare la successione degli strati e più ancora degli eventi geologici, parmi non si debba far troppo a fidanza con questa teoria delle varie fisonomie di una stessa fauna marina per località, le quali in ultima analisi sono tra loro pochissimo discoste. Credo quindi che debbano ancora rimanere ferme le divisioni proposte dal sig. Suess, le quali, come vedremo, non furono grandemente modificate dai geologi che studiarono in seguito il terziario vicentino.

Poichè siamo a discorrere delle faune, non dimentichiamo i risultati dello studio degli echinidi, del quale per queste regioni si occuparono ultimamente i signori Laube e Dames.

Dobbiamo al primo una bella monografia [1] in cui si descrivono 67 specie, delle quali 30 sono nuove. Si ripartono in sei zone: delle prime tre si ha l'equivalenza, che però venne precisata dal sig. Dames, colle rocce del *Goulet* francese; la quarta è caratterizzata dall'*Euspatangus ornatus*, è la più ricca di specie e corrisponde alla base del Castelgomberto; la quinta con sole tre specie, tra cui il comunissimo *Macropneustes Meneghini*, spetta alla zona a *Cyphosoma cribrum;* e la sesta coincide cogli strati di Schio. Le prime tre zone, indubbiamente eoceniche, presentano echini che hanno un carattere di singolare somiglianza con forme mesozoiche. Lo stesso *Cryomelon Vicetiae* Laub. della quarta zona oligocenica ricorda un *Codechinus* della Creta. Anche qui troviamo un brusco cangiamento tra la quinta e la sesta zona, delle *Scutella* e dei *Clypeaster;* mentre i principali generi sono abbastanza distribuiti nelle altre zone più antiche. Il massimo sviluppo degli echini corrisponde all'eocene superiore.

Il sig. Dames [2] descrive 104 specie di echini del Veronese e del Vicentino e queste si ripartono in cinque gruppi, di cui quattro eocenici ed oligocenici, e sono: 1° la fauna del calcare di monte Postale e di Spilecco; 2° fauna del gruppo di S. Giovanni Illarione; 3° la fauna di Lonigo, Verona e Priabona; 4° la fauna di Castelgomberto e Montecchio Maggiore; 5° la fauna del castello di Schio e di Collalto presso Monfumo.

(1) G. Laube, *Ein Beitrage zur Kenntniss der Ekinodermen der vicent. Tertiärg.* Denkschr. k. Ak. d. Wiss. B. XXIX, 1859.

(2) W. Dames, *Die Echiniden der vicentinischen und veronesischen Tertiäre Ablagerung. Paläontographica.* Cassel, 1879.

Di monte Spilecco sono note soltanto due specie; del calcare di monte Postale sono esclusivi l'*Echinolampas Suessi* ed il *Cyclaster tuber*, ma due specie si estendono sino al piano di Priabona. Della fauna di S. Giovanni Illarione 29 specie sono proprie e delle residue 16 specie talune sono esclusive dei calcari; ma in pluralità sono comuni a questi ed ai tufi, in particolar modo le specie caratteristiche, quali il *Conoclypus conoideus*, il *Cyclaster declivus* ed il *Peripneustes brissoides*. Sonvi generi nuovi, quali l'*Oviclypeus*, l'*Illarionia* ed altre forme di generi rarissimi nell'eocene, ma non mancano le specie comuni in altre località e che permettono di formarsi un criterio sull'epoca della fauna. Giudica l'autore, in base alle poche specie che io ho potuto determinare con assai scarso materiale nel Friuli e nell'Istria, che quivi esistano gli equivalenti di queste e di più recenti zone; ma per le osservazioni stratigrafiche in posto, delle quali vedremo nel capitolo seguente, io sarei portato a considerare la fauna echinologica istriana più antica della faunula di Buttrio, e penso che questa non possa in verun modo decomporsi; stantechè i materiali sono raccolti sopra un' area ristrettissima di una sola località, in cui affiora una potenza *non maggiore di cinque metri* di roccia. Questa fauna di S. Illarione, come la delimita il sig. Dames, corrisponde assai bene all' istriana; mentre quella di Buttrio cadrebbe nel piano di Priabona, quivi assicurato dall'abbondanza delle orbitoidi e delle operculine. Fuori d'Italia, questa fauna di echinidi di S. Giovanni Illarione corrisponde al piano di Kressemberg e all' eocene dei Pirenei; ma non precisamente al piano quivi detto *le Goulet*, come affermò il sig. Laube in seguito a meno esatte associazioni di talune specie; sibbene al piano dei dipartimenti di Landes ed Ariége a *Cidaris Sabaratensis*, *Cyclaster declivus* e *Peripneustes brissoides*. Inoltre è probabile che corrisponda a livelli eocenici nell'Egitto, nell' India ed alle Antille.

La terza fauna, di Lonigo, Verona e Priabona, conta 34 specie, delle quali 11 sono per ora esclusive all' Italia. Esse trovansi quasi indifferentemente nei calcari come nelle argille, colle medesime specie caratteristiche, tra cui lo *Schizaster lucidus* ed il *Cyclaster subquadratus;* ma talune sono esclusive del Veronese, come gli *Euspatangus Veronensis* e *Beyrichi;* altre del calcare di Lonigo, quali la *Breynia vicetina*. È comune per undici specie all'eocene dei Pirenei e precisamente al piano di Biarritz.

La quarta fauna, di Montecchio Maggiore e di Castelgomberto, presenta del pari scarsi legami colla precedente ed è caratterizzata, come già affermò il Laube, dal *Cyphosoma cribrum,* dall'*Euspatangus ornatus* e dallo *Schizaster vicinalis,* i quali spettano alla fauna di Priabona e quindi vengono a comprovare quel passaggio dall'eocene all'oligocene, che persuase il sig Fuchs a mantenere la sinonimia, che di sopra si è detta, e decise me a comprendere Castelgomberto nei terreni eocenici. Quanto agli echinidi del piano di Schio, completamente diversi dagli eocenici, ne vedremo a suo luogo. Frattanto riconosciamo come assai confortante pel geologo stratigrafo questo evidente accordo tra i risultati dello studio delle differenti classi di animali marini nella suddivisione di un terreno studiatissimo, quale è l'eocene vicentino. Dobbiamo inoltre riconoscere per conseguenza l'evidente conferma, che ne risulta, della realtà delle distinzioni proposte dal sig. Suess.

Passando ad altra classe di animali, i crinoidi del terziario vicentino venivano con altri del terziario italiano accuratamente studiati dal signor Meneghini [1] il quale però non ne mostrava la distribuzione nei diversi piani. Questa, a dire il vero, è molto confusa, essendovi specie quali il *Bourguetticrinus ? didymus* Sch. che sembrano caratterizzare un determinato piano, mentre altre come il *Conocrinus Thorenti* d'Arch. passano dal piano di Spilecco all'oligocene di Calstelchies.

Elevandoci nella scala organica troviamo che nemmeno i crostacei terziarî del Vicentino sfuggirono alle ricerche dei geologi; imperocchè il Bittner [2] con ricco materiale di studio ha potuto dimostrare che questa fauna è la più ricca tra le conosciute dell'eocene, contando 43 forme, spettanti talune a generi nuovi. Come la fauna dei pesci di Bolca, presenta nelle forme dominanti un carattere analogo a quella delle attuali faune dell'Asia orientale ed offre una sensibile differenza delle forme coeve del bacino nord-europeo.

Nè lo studio dei vertebrati fossili del terziario vicentino fu trascurato, che anzi le opere del Volta e dell'Agassiz sugli ittioliti bolcensi sono tra le più conosciute, come in tutti i musei abbondano questi fossili, che tanto argomento di discussione hanno somministrato alla nascente geologia. Dal punto di vista stratigrafico però il loro studio, stante il carattere molto locale della fauna, non servì sulle prime che ad aumentare l'incertezza del livello pel terreno che le conteneva ed occorse l'autorità del Murchison per decidere nel mondo scientifico una questione, che del resto pei geologi italiani era risoluta dall'epoca del Fortis. Puossi affermare che di questi ittioliti e degli altri avanzi di vertebrati fossili nel terziario veneto si è pur tratto il massimo partito in questi ultimi anni e specialmente per lavori nostri. Infatti il sig. Lioy [3] descrisse un conservatissimo esemplare di coccodrillo, che determinò come specie nuova (*C. vicetinus*), trovato nella lignite di Purga di Bolca. Quivi erano state anche trovate due specie di ofidiani, determinate dal Massalongo. Parla quindi dei plagiostomi di Bolca, particolarmente dell'*Aliopis pleyodon*; con tal nome determinando un esemplare distintissimo, che fu poi riferito al *Galleus Carneri*. Accenna ai begli ittioliti del Chiavon, che furono in parte studiati dall'Hechel, somministrando dettagli stratigrafici di questa località. Accenna infine e descrive brevemente undici specie nuove di clupee bolcensi. Nella stessa memoria il chiarissimo naturalista descrive un dente di rinoceronte, trovato nell'arenaria grigia di Belluno di cui vedremo più oltre.

Il signor barone De-Zigno [4] molto opportunemente compendiava gli studi sulle ittioliti di Bolca, tessendone una erudita storia sin dal 1852 e nell'anno stesso descrisse sette bellissime specie tra cui l'*Anachanthus Zigni* Mol. e l'*Alexandrinum Molini* Zig. Nel 1878 aggiungeva altre tre specie e pubblicava un catalogo delle specie

(1) G. Meneghini, *I crinoidi terziari*. Soc. tosc. di sc. nat. Vol. I. fasc. 1, 1874.

(2) A. Bittner, *Die Brachyuren der Vicentinischen Tertiärgebietes*. Men. 1875. Denk. k. Ak. d. Wiss.

(3) P. Lioy, *Sopra alcuni vertebrati fossili del Vicentino*. Atti Soc. ital. di sc. natur. Milano, Vol. VIII, 1866.

(4) A. De Zigno, *Catalogo ragionato dei pesci fossili del calcare eoceno di Bolca e di monte Postale*. Atti r. Ist. veneto. Venezia, 1874; *Pesci fossili del calcare eoceno dei monti Bolca e Postale*. Mem. r. Ist. veneto. Vol. XVIII, 1874; *Aggiunta alla ittiologia dell'epoca eocena*. Ibidem, Vol. XV, 1878.

bolcensi, rinvenute dopo la pubblicazione dell'Agassiz. È una fauna di 180 specie spente spettanti a 58 generi, dei quali 36 sono spenti del pari.

Anche l'egregio sig. Bassani [1] descrisse recentemente pesci di Bolca della raccolta del Museo di Padova e diede l'elenco di quelli esistenti nel Museo di Vicenza. Nell'anno medesimo descriveva quattro nuove specie, delle quali però avverte che due erano state distinte dal sig. Molin. In seguito lo stesso egregio naturalista trattava specialmente degli ottiodontoliti, esponendone una dettagliata bibliografia e raggruppandone le forme terziarie, le secondarie e le comuni alle due êre. Per quanto questo studio dei denti fossili di pesci possa dare ancora scarsi materiali, come l'autore stesso confessa, giova però tener calcolo degli indizî che esso può somministrare.

Le più interessanti scoperte sui vertebrati fossili vicentini furono però quelle sui sirenoidi terziarî, dovute esse pure alla illuminata ed infaticabile attività del signor barone De Zigno. Queste specie sono ampiamente descritte in apposita memoria [2] alla quale fa seguito altra, pubblicata cinque anni dopo. Con amplissima erudizione l' illustre paleontologo discorre dei sirenoidi attuali e fossili, enumerandone sette generi dei quali gli *Halitherium* fanno comparsa nell'eocene. La località di monte Zuello, in provincia veronese, è a nord-ovest di Roncà presso la borgata di Grumolo. Gli ossami degli stranissimi anfibi sono compresi in un calcare grossolano, sopragiacente ad una brecciola basaltica ed a calcari con *Nerita Schmideli.* Ma si rinvennero frammenti di ossami del genere *Halitherium* anche a Priabona, a Mossana, a Lonigo ed a Grancona. Avanzi di ofidiani, di chelonii e di sauriani sono associati al detto genere, accennando secondo l'autore al prossimo sbocco di una fiumana ed a un clima analogo a quello, che attualmente si osserva tra il 15° ed il 20° di latitudine meridionale. La specie di coccodrillo è prossima ad una eocenica delle argille di Sheppey, illustrata dal sig. Owen. Le conclusioni dello studio di questi e di altri mammiferi terziarî del Veneto trovansi mirabilmente esposte nella lettura fatta dal signor De Zigno all'Accademia di Padova [3] ed io ne riporto le seguenti: gli *Halitherium* sono comuni all'eocene ed all'oligocene; nel miocene si aggiungono a questo genere i zeuglodonti ed i delfini, compaiono i rinoceronti e gli antracoteri. I sirenoidi del Veneto si presentano, per quanto si conosce, assai prima che in altre regioni; anzi quivi erano nell' eocene più abbondanti. In altre parti d'Italia questa famiglia si è continuata coi felsinoteri dell'Apennino. Analoghe conclusioni appaiono nel lavoro dallo stesso chiarissimo autore inviato alla Società geologica di Francia nella riunione tenutasi a Vence nel 25 ottobre 1877.

Non è da dimenticare un lavoro del signor Francesco Secondo Beggiato [4] nel quale si riferiscono all' *Antracotherium magnum* taluni avanzi di codesto genere,

[1] F. Bassani, *Annotazioni sui pesci fossili del calcare eoceno di Bolca.* Atti della Soc. ven. trent. Vol. III, 1876; *Pesci fossili nuovi del calcare eocene di Bolca,* ibidem; *Sugli ittioliti del Veneto*; ibidem, Vol. V.

[2] A. De Zigno, *Sirenii fossili trovati nel Veneto.* Mem. Ist. veneto. Vol. XVI, 1875; *Nuove osservazioni sull' Halitherium veronense.* Ibidem, Vol. XXI, 1880; *Sopra un cranio di coccodrillo scoperto nel terreno eoceno del Veronese.* Atti della r. Acc. dei Lincei, 1879-1880.

[3] A. De Zigno, *Sui mammiferi fossili del Veneto.* 1873, Padova (p. 14 e 16).

[4] F. S. Beggiato, *Antracoterio di Zovencedo e Monteviale.* Mem. Soc. ital. di sc. nat., Milano, 1865.

rinvenuti negli scavi delle ligniti a Zovencedo nei Berici ed a Monteviale; sostiensi inoltre che il primo di questi giacimenti è assolutamente eocenico ed accennasi agli strati argillosi e calcari che lo costituiscono, i quali terminano in alto con un calcare biancastro a piccole nummuliti. Questo spetta, a parere dell'autore, al miocene medio. Credo che in entrambi i casi si tratti di depositi oligocenici, ma non trovai più sicure indicazioni sull'importante argomento, che convenientemente sviluppato potrebbe servire a stabilire un limite tra l'oligocene e l'aquitaniano. Pel momento io dichiaro di non possedere su ciò conoscenze sufficienti; anche perchè visitai soltanto la seconda delle accennate località, nella quale mi sembrò di rilevare la immediata sopraposizione della zona lignitica al calcare nulliporico del piano di Castelgomberto. In complesso anche dalla lettura delle opere sopra accennate mi è risultata la estrema scarsità e la incertezza dei dati positivi, che si ponno accettare come argomenti per un limite superiore dell'eocene vicentino, che sia al di sotto del piano a *Scutella subrotunda*; il che ci obbliga a portare nell'eocene l'oligocene inferiore, oppure a rinunciare alla demarcazione dell'oligocene tra l'eocene e l'aquitaniano; il quale ultimo partito sembrami il migliore.

Esposti questi brevi cenni sui principali risultati dello studio delle faune, sarà più agevole formarsi un giudizio delle modificazioni, che in seguito alla pubblicazione del signor Suess furono dal compianto Bayan, poscia dai signori Hébert e Meunier-Chalmas portate nell'ordinamento dei terreni eocenici ed oligocenici del Veneto occidentale.

I piani stabiliti dal primo dei detti geologi francesi [1] sono i seguenti:

Piano A. Tufi di Spilecco, strati a pentacrini di Mossano nei Berici, della Gicchelina di Malo. L'autore ammette che a questo piano incomincino le eruzioni basaltiche.

Piano B. Calcari a *Ranina* di Chiampo o del *Membro*, brecciole di Roncà, dei cui fossili si dà un nuovo elenco, con parecchie specie nuove. Con qualche dubbio si ascrivono a questo piano i calcari ad *Alveolina subpyrenaica* ed *A. longa* di monte Postale, monte Bolca, di Puli, le filliti di Novale, gli strati a *Rhynchonella bolcensis* Bay. e quelli di monte Postale; di questi si dà un elenco di specie, la più parte nuove con abbondantissimi ceriti (*Cerithium vicetinum* Bay., *C. paleocroma* Bay., *C. Chaperi* Bay., *C. gomphoceras* Bay., *Hypponis cornucopiae* Lk. e *H. colum* Bay.).

Piano C. Abbraccia tutti i terreni tra il precedente e la grande colata basaltica di Purga di Bolca; è la zona delle *Nerita Schmideli* e del *Conoclypus conoideus*, e comprende gli strati che sono più recenti del deposito di Roncà. L'autore anche di questo piano dà un elenco di circa un centinaio di specie.

Piano D. Piano piuttosto ristretto, corrisponderebbe alla zona ad *Euspatangus ornatus* e *Crysomelon Vicetiae* del sig. Laube e sarebbe alla base del piano di Priabona del Suess, comprendendo anche la zona ad *Halitherium*.

Piano E. La *Serpula spirulaea*, comparsa però nel piano C, sviluppasi oltremodo e caratterizza questo piano, insieme all'estrema abbondanza delle orbitoidi e

[1] M. T. Bayan, *Sur les terrains tertiaires de la Vénétie*. Bul. Soc. géol. de France, 1870.

delle operculine ed a numerosi echinidi. È il piano più esteso, accompagnandosi da Verona sino al Brenta e continuandosi anche come vedremo nei colli asolani, nel Trevigiano e nel Friuli. Ancora le argille di Rovolone e di Teolo, negli Euganei, spetterebbero secondo l'autore a questo piano; ma di esse noi parleremo a suo luogo.

Piano F. Marne a briozoi, polipai, terebratuline, ostree, di Crosara e Gambugliano, tutti inferiori al piano di Sangonini.

Piano G. Calcare a nullipore con *Cyphosoma cribrum* Agass. Marne del Chiavon e ligniti di Salcedo. Pur di questo piano si dà una bella nota di specie, raccolte a Sangonini, Salbeghi, Gnata e Laverda.

Piano H. Strati a *Macropneustes Meneghini, Trochus Lucasianus, Spondylus cisalpinus.* È il piano di Castelgomberto, monte Grumi, Montecchio Maggiore, monte Brusà di Galda, Zovencedo, Chiupano. Anche in questo piano avvi una nota di specie. Qui cessano secondo l'autore le nummuliti e finisce l'oligocene.

Seguono il *piano* I o strati di Schio, il *piano* J colle molasse di Romano e di Asolo ed il *piano* K coi conglomerati di Maser; tutti e tre riferiti al miocene. Le specie nuove distinte dal Bayan furono da' lui descritte e figurate in due fascicoli (1870 e 72) degli: *Études faites dans la collection de l'école des Mines sur des fossiles nouveaux ou mal connus.* Paris, lib. Savy., 1871-73 [1]. Secondo l'autore la successione di questi piani fu continua, nè vi ebbero di mezzo delle lacune. Hanno subìto un graduale sollevamento in epoca terziaria, poichè gli strati di Castelgomberto non si trovano più a nord di questo paese e gli strati del piano I esistono soltanto della depressione Schio-Vicenza, ed i terreni miocenici più recenti si osservano soltanto nella catena asolana. Ma tale idea è meno esatta, perchè gli strati di Castelgomberto si estendono sin oltre Priabona, secondo il signor Beggiato, e quelli di Schio si vedono a considerevoli altezze nell'Alpago e nel Veronese. D'altronde non possiamo affermare che almeno gli strati aquitaniani (tra i quali sono tanto caratteristici ed uniformi quelli a nullipore, così sulle sponde meridionali e settentrionali del Garda come nella Val Sugana e nei colli trevigiani) in realtà mancassero ove fu esercitata una più energica abrasione.

Il limite tra l'eocene e l'oligocene è segnato dalle marne di Laverda e dalla zona lignitica di Salcedo. L'eocene medio, col massimo sviluppo delle nummuliti, corrisponde al piano C, che è ad un dipresso quello di S. Illarione, proposto dal Suess. Per le accennate osservazioni del signor Fuchs, compare come questo limite tra l'eocene e l'oligocene, posto come vuole il Bayan nelle marne di Laverda, sia erroneo, si accetti o meno la supposta contemporaneità delle *facies* oligoceniche. Tutt'alpiù si potrebbe porre tra il piano di Crosara e quello di Sangonini. Quanto ai parallelismi colle regioni lontane, il signor Bayan era assai prudente, fatto avvertito delle differenze che esistono anche a breve distanza tra le serie che si erano credute coetanee. Però la superiorità del piano di Priabona, parallelizzato a quello di Biarritz, rispetto al piano E viene affermata nuovamente e con sicurezza; e questo fatto ci sarà prezioso nell'esame dell'eocene oltre il Brenta.

[1] La massima parte di queste specie erano state distinte e denominate ma non pubblicate dal signor prof. G. Meneghini.

Le ultime modificazioni alla serie eocenica vicentina furono apportate dai signori Hébert ([1]) e Meunier-Chalmas in varî scritti forse troppo laconici, se badiamo all'importanza di queste modificazioni e specialmente del dubbio, che i detti autori hanno elevato sulle regolarità della successione dell'eocene alla scaglia e specialmente sulla realtà della interstrafìcazione delle credute colate basaltiche, che questi geologi vorrebbero tutte spiegare come filoni-strati, insinuati nelle formazioni già depositate.

Il quale ultimo dubbio fortemente contrasta contro l'opinione prevalsa tra i geologi ed avvalorata dalla presenza a più livelli dei tufi e delle brecciole basaltiche, di cui la formazione rimane tuttora inspiegata dagli egregi geologi francesi. Epperò io ritengo insufficienti le loro affermazioni. Basandomi al fatto che i basalti vicentini sono realmente inferiori a ripetuti livelli lignitici, reputo sempre quelle lave intercalate tra i sedimenti marini, nella guisa medesima che i melafiri del piano di Wengen lo sono rispetto ai depositi prevalentemente marno-arenacei di quel periodo triasico. Ad ogni modo è questione aperta, da trattarsi con abbondante corredo di dati litologici e stratigrafici; nè di tali io ne posseggo a sufficienza nè parmi che altri sino ad ora ne abbia fatto serio oggetto di studio. Agli estremi limiti dell'area di espansione o dirò meglio di iniezione dei basalti, di cui vediamo filoni numerosi nella massa di calcari e di dolomie dei Sette Comuni, dei dintorni di Oliero e persino tra la scaglia e l'eocene a Facen a nord di Feltre ([2]) non si può sperare di raccogliere sicuri argomenti. Nelle aree di massimo sviluppo dei basalti, d'altro lato, le condizioni stratigrafiche sono assai difficili ad essere rilevate; oltrechè lo sfacelo e la vegetazione sono più che altrove abbondanti. Perciò, concedendo pure un grandissimo valore a questa idea che va ulteriormente dimostrata, mi limito a riportare le principali indicazioni di questi autori circa la serie degli strati e la fauna di questi.

Anzitutto questi autori, avendo posto il limite tra l'eocene ed il miocene sopra il piano di Crosara, riferiscono al miocene i piani di Laverda, Sangonini e Castelgomberto. Divisione che io non accetto per quanto sopra ho esposto. Tra questo ultimo ed il piano di Schio si accenna alla presenza di un banco a grosse orbitoidi. Pur concedendo che all'eocene francese manchino gli equivalenti dei nostri piani di Spilecco e di Bolca, negasi poi gratuitamente che possano questi spettare all'eocene inferiore. Dicesi d'altronde, del pari gratuitamente, che la fauna della scaglia rossa non rappresenta per nulla la fine dell'epoca cretacea e che in più luoghi la superficie di essa, al contatto coll'eocene (ma non si dice con quale piano dell'eocene) è erosa e sparsa di fori di foladi. Si ricorda l'accennato fatto della sopraposizione dell'eocene medio alla scaglia di Gallio e si trae la conclusione che nell'aurora dell'eocene si sia sommersa una regione che era parzialmente emersa sullo scorcio della Creta; per cui gli strati più profondi dell'eocene sono di assai varia potenza e talora mancano. Alla quale conclusione si opporrebbe il Bittner, il quale in un lavoro di cui parleremo più sotto ritiene eminentemente pelagici i tufi di Spilecco, al pari

([1]) M. Hébert, *Recherches sur les terrains tertiaires de l'Europe méridionale.* Comptes rendus de l'Acc. de France. 16 e 30 luglio 1877, 7 maggio e 17 giugno 1878.

([2]) Vedi Hörnes in Mojsisovics, opera citata.

che gli strati della scaglia senoniana. Pare che gli autori francesi abbiano fatto abbondante raccolta della fauna dei tufi di Spilecco; ma la maggior parte delle specie si poterono denominare soltanto genericamente: vi sono cinque specie di orbitoidi ed una di operculina. Nell'ultima comunicazione si propone una divisione nel piano di monte Postale, separandone un sottopiano inferiore col nome di monte Valecco, sottostante alla zona degli ittioliti; questa poi è coperta da una zona di strati a fauna d'acqua salmastra, con cirene, ceriti, potamidi e ciclostomi. Si danno ulteriori ragguagli circa il piano di Brusaferri, nel gruppo di Roncà, che conterrebbe come caratteristica la *Nummulites Prattii* d'Arch. e la *Ranina Marestiana* Komm. Qui cadono le filliti di monte Vegroni e finisce la zona di monte Postale. Si danno infine preziosi ragguagli sulle ligniti di Pulli, di cui si fa un piano distinto, superiore al precedente. Esso comprende parecchie specie del piano inferiore a ligniti dell'Ungheria, quali l'*Anomia dentata* Hantk, *Pyrena Hantkeni* M. Ch., *Natica coclearis* Hantk, e *Cerithium pentagonatum* M. Ch. Posto il quale riferimento, se ne trae la conseguenza che nell'Ungheria mancano i terreni, che nel Vicentino formano la base dell'eocene. Non si fa alcun confronto colla serie eocenica liburnica dell'Istria e della Dalmazia, confronto che a questo riguardo sarebbe assai opportuno. Si può dire però che sino ad ora nessuna traccia accenni nel Vicentino al piano delle ligniti di Cosina, Pinguente, ed Albona; mentre i superiori calcari istriani ad alveoline bene si parallelizzano cogli accennati di Pulli e monte Postale, e la zona di massimo sviluppo degli echini cade nel terzo gruppo di Hébert, della zona *Conoclypus*. I signori geologi francesi chiudono la loro penultima comunicazione con un quadro, d'onde si trae la seguente serie cronologica, che completata colle ultime notizie da loro esposte, pongo a riscontro con quella del sig. Bayan.

Eocene medio.	Calcare a *Rhynchonella polimorpha*	Piano *A*.	
	Calcari di monte Velecco		
	Strati ad alveoline e ittioliti di Bolca	Piano *B*.	
	Calcari di monte Postale a *Cer. gomphoceras*		
	Calcari di S. Giovanni Illarione		
	Strati di Brusaferri	Piano *CDE*.	
	Ligniti di Pulli		
	Tufi di Roncà		
Eocene superiore	Calcari di Roncà	Piano *B*.	
	Strati a *Cerith. diaboli*		
	Strati di Priabona e di Brendola	Piano *F*.	
	Calcari a polipai di Crosara		
Miocene inferiore.	Marne di Laverda		
	Tufi di S. Sangonini e di Salcedo	Piano *G*.	Oligocene
	Calcare di Castelgomberto	Piano *H*.	

Dal confronto dei due quadri, si scorge come la più importante modificazione sia stata portata a proposito di Roncà, del quale però attendesi tuttora una monografia paragonabile a quelle, che si posseggono pei piani superiori; quindi non

conviene precipitare il giudizio dell'epoca relativa. Epperò la serie di Bayan è ancora quanto di meglio possiamo adottare al presente.

Non abbandonerò l'argomento di questo capitolo senza accennare che la regione della Marostica venne recentemente esplorata anche dal signor Bittner, che ne pubblicava alcuni cenni stratigrafici (¹). Osserva questo autore come quivi manchi il piano di Spilecco, il quale si attenua del pari nel Vicentino meridionale e nel versante sud dei colli Berici. Di guisa che la zona a *Cancer*, i calcari nummulitici dell'eocene medio e quelli a *Serpula spirulaea* seguono immediatamente alla scaglia. Le marne di Laverda sono assai sviluppate e così il piano di Castelgomberto, con calcari a nullipore. *L'eocene è perfettamente concordante colla scaglia*; nei suoi strati inferiori, ha come essa carattere pelagico, nè l'autore accetta l'idea suaccennata del sig. Hébert circa una lacuna pel Vicentino in corrispondenza dell'eocene inferiore. Di altre sue osservazioni, fatte nei dintorni di Bassano, vedremo nel capitolo seguente.

Finalmente non ometterò di ricordare con una parola di sincero encomio alcuni interessanti particolari stratigrafici, che pel gruppo della Marostica e sulle colline dell'Asolano espose il sig. cav. Secco nella sua *Guida geologica àlpina* di Bassano e dintorni, specialmente ove descrive la gita a Val Rovina; gita che io appunto ebbi il piacere di fare lo scorso autunno in compagnia del mio egregio amico dopo la pubblicazione della detta Guida. In questa gita si ponno osservare al Colle di Grado i conglomerati del miocene superiore, già accennati dal Murchison, quindi lungo la strada si trovano gli strati di molassa a *Pecten deletus* e *Pleuronectia* cf. *cristata;* poi gli strati a *Scutella subrotundà*, assai fossiliferi presso l'Osteria Munari sulla strada di S. Michele. Essi ricoprono una potente formazione di arenaria, in cui a breve distanza è aperta la grandiosa cava Brocchi e che corrisponde ad un dipresso alla molassa di Bolzano e di Libano, presso Belluno. Incontrasi quindi una colata o filone-strato di basalto, insinuata tra il calcare a nullipore; e questo calcare quindi rappresenta a mio avviso tutto il gruppo di Castelgomberto. Il basalto con tufi arenacei si rivede dappoi lungo il letto del Silano; ma riesce difficile il constatarne la reale posizione. Banchi isolati di arenarie di Laverda si alternano colle più antiche amigdale di calcare nulliporico, che continua in basso sino all'affioramento di una puddinga a ciottoli silicei scuri, assai analoga a quella della zona corallina eocenica del Friuli; qui però meno antica e riferibile ancora all'oligocene od eocene superiore. Infatti tosto dopo incontrai la zona ad *Orbitoides* di Priabona; e più verso levante, movendo verso S. Bovo, il banco madreporico di S. Giovanni Illarione. Da questo alla scaglia vi è realmente una non grande potenza di altri calcari nummulitici, di cui gli inferiori hanno pentacrini e crostacei. Questa località di S. Bovo è tra le poche, che sfuggirono sino ad ora alle ricerche dei geologi; ma il materiale sino ad ora raccolto non è abbastanza abbondante per poter io qui darne ora una anche superficiale determinazione. L'analogia di questa serie con quella friulana è naturalmente assai maggiore di quanto si può incontrare più a ponente; è però altresì maggiore di quella che troveremo nei colli asolani, ove l'eocene medio e superiore

(¹) Verhandlungen k. k. geol. R. A. 1877. N. 12.

presentano un aspetto caratteristico. Ma di ciò vedremo con maggior dettaglio nel capitolo che segue, che termina in un riassunto sulla formazione eocenica del Veneto [1].

[1] Era scritto questo capitolo quando per gentile invio dell'autore conobbi la memoria del signor Enrico Nicolis *Sulle formazioni eoceniche comprese fra le valli dell'Adige, quella d'Illasi ed i Lessini* 1880. Questo lavoro descrive come nella provincia di Verona si estendano in special modo i due piani di S. Giovanni Illarione e di Priabona, con tracce dei più antichi tufi di Spilecco. A monte Azzano e Costa grande evvi un banco madreporico ricco di fossili, che vennero determinati dal signor De-Gregorio. Vi si parla sempre di tufi, con *bombe* vulcaniche, di cui la presenza sarebbe la più sicura confutazione delle idee del signor Hébert. Un banco di breccia vulcanica compare pressochè costante alla base dell'eocene quando mancano i basalti e questi sono con olivina e con zeoliti. Colla breccia si accompagnano marne variegate e banchi a conocrini. I più recenti strati eocenici si osservano presso Verona e abbondano di orbitoidi, di briozoi e della *Serpula spirulaea* del piano di Priabona; mancherebbero i rappresentanti dei piani di Castelgomberto e di Crosara. Ancora più interessanti sono le indicazioni e le notizie, contenute nella bella Carta geologica del Veronese e nelle *Note illustrative*, che l'egregio signor Nicolis ha presentato al congresso dei geologi italiani in Verona: e sono lieto di poterne inserire qualche cenno nella stampa della presente nota, mentre non ho potuto approfittare di molti ed importanti dati risguardanti le formazioni più antiche, somministrati dalla Carta stessa. Anzitutto troviamo la conferma del fatto che al monte Baldo l'eocene si innalza sino alla colma di Malcesine (1750 met.) e gli strati quivi sono contorti, appoggiandosi con discordanza alle testate dei più antichi piani giuresi, che formano la cresta della montagna. Verso oriente invece si svolgono in dolci curvature e la serie è più regolare. L'eocene poi tocca l'altitudine di 1665 met. a S. Giovanni di Breonio e di 1257 met. a Purga di Bolca. Le tre principali divisioni dell'eocene, cioè di Spilecco, di S. Giovanni Illarione e di Priabona (contrariamente a quanto credevasi prima delle appassionate ricerche del signor Nicolis) esistono nel Veronese e l'autore enumera molte località, la maggior parte poco conosciute o nuove, dalle quali gli venne fornita una abbondantissima collezione, che fu parimenti determinata dall'egregio signor marchese De-Gregorio. Assai importante è del pari la scoperta di strati aquitaniani a *Scutella*, *Clypeaster* e *Pecten deletus* sotto la vetta del monte Baldo, alle Acque negre (1630 met.) ed al monte Moscali, presso alle sponde del Garda; quest'ultima località in bella simmetria con quanto si osserva sulla sponda bresciana ed all'estremo settentrionale del lago. Per tali indicazioni, come già mi parve di scorgere nella Val Sugana e nel Veneto orientale, si fa sempre più dimostrata la grande estensione occupata anche dall'aquitaniano, prima che fosse abraso e la sua solidarietà coll'eocene nelle più grandiose curve tectoniche.

Nel novembre 1880 comparvero i primi fascicoli dell'opera paleontologica del chiar. sig. marchese. Antonio De-Gregorio: *Fauna di S. Giovanni Illarione*. Di stratigrafia non vi è che un piccolo cenno a proposito delle quattro località di Ciupio, Pozzani, Bosco del Prete e Croce Grande; vi si parla poi sempre di brecciole e di tufi basaltici, in vicinanza di dicchi basaltici e di *sabbie grigie vulcaniche* con *tufi basaltici* contenenti nummuliti. La fauna di S. Illarione secondo l'egregio autore ha un carattere proprio, distinto da quello del calcare grossolano di Parigi, specialmente per le forme dei gasteropodi e rappresenta un particolare centro di animalizzazione; rimane però sempre nella posizione dell'eocene medio.

Nel maggio del corrente anno mi fu dato conoscere la memoria del signor dott. Francesco Molon (Bollettino della Società geologica italiana) sui colli Berici, nel Vicentino. L'egregio autore segue ad un dipresso la classificazione dei depositi vicentini, proposta dal signor Suess, nei seguenti sei piani: 1°, strati di Spilecco; 2°, di S. Illarione; 3°, di Priabona, coi due sottopiani ad *Halitherium* ed a *Serpula spirulaea;* 4°, strati di Val Lonte, coi due sottopiani a *Briozoi* ed a *Cyphosoma cribrum*; 5°, di Grumi di Castelgomberto; 6°, di Schio. Egli ritiene che la frattura Schio-Vicenza ed il consecutivo avvallamento della regione euganea sia accaduto prima del deposito del piano di Schio; della quale opinione io non mi persuado, quantunque non sia lontano dall'ammettere coll'egregio amico un *hyatus* prima di questo più antico deposito miocenico. Inclinerei ad attribuire a semplice effetto di abrasione il tenue sviluppo, che gli strati di Schio presentano nei colli

CAPITOLO XIV.

Formazione eocenica a levante del Brenta sino all'Isonzo.

Come può scogersi dalla suesposta descrizione e dallo spaccato del sig. Murchison [1] la successione della serie terziaria nelle colline a levante di Bassano è regolarissima. Abbiamo infatti rasente alle falde di Borso, Crespano, Possagno e Pederobba la scaglia, che passa a calcari arenacei e nummulitici; quindi, oltrepassato lungo tratto con ampli *talus* alluvionali, troviamo verso est le argille di Valle Organa, coeve al piano di S. Giovanni Illarione; poscia si estende sviluppatissimo il gruppo dei calcari ad orbitoidi di Priabona, passante per Costalunga, Castelli e Castelchies. Soprastanno delle arenarie ricchissime di echinidi, le quali gradatamente passano alla glauconia di Monfumo, che io ritengo aquitaniana. Dal vedere che il letto del Brenta presso a Campese è attraversato dagli strati eocenici, regolarissimamente; che questi, dove non sono coperti dalle alluvioni e dalle frane si presentano in serie regolare da nord-est a sud-est, che poi ricompaiono oltre il Piave presso Segusino, si sarebbe indotti ad escludere ogni sconcerto e ad attribuire esclusivamente all'abrasione ed alle dette alluvioni le irregolarità dell'affioramento di questi terreni tra il Brenta ed il Piave. Senonchè, se si confronta la inclinazione assai forte che hanno gli strati eocenici sulla destra del fiume Brenta presso Bassano con quella assai meno pronunciata che essi ed i sopraposti aquitaniani presentano presso Monfumo e Costalunga; se si pone mente che a Segusino, oltre il Piave, il nummulitico forma un lembo ristrettissimo, quindi più non si scorge se non alle falde occidentali del monte Cavallo, devesi convenire col sig. Bittner nel ritenere che quivi presso, al contatto tra l'eocene e la scaglia sia intervenuto qualche scorrimento, che però non è facile precisare in causa dell'accennato sviluppo dei terreni superficiali. Del quale disturbo stratigrafico, procurando di fissarne l'epoca, dirò più avanti. È anche interessante la posizione dei conglomerati messiniani; perchè questi, invece di continuare verso Bassano colla medesima inclinazione sud-est che nei colli di Asolo e Meser, presso Romano volgono bruscamente verso nord-ovest, accennando ad un frammento di una vôlta, di cui la cresta asolana rappresenterebbe la gamba meridionale.

Delle faune dei varî piani eocenici di questo interessante distretto si occupa al presente il sullodato giovane naturalista, Arturo Rossi; nè voglio prevenire quanto egli sarà per pubblicare. In una breve nota, letta alla Società veneto-trentina, l'autore

Berici, non rimanendone che un lembo delle falde dei medesimi presso Altavilla; nella stessa guisa che ne rimangono soltanto così isolati lembi nel Veronese.

Quanto poi alle linee di frattura, faccio osservare che al luogo indicato dall'autore (*Descrizione geol. del Friuli*, 1881, pag. 174) non ho punto ammesso la continuazione della linea Schio-Vicenza colla linea periadriatica, ma soltanto osservato che sino alla prima si estende l'allineamento a sud-ovest delle formazioni terziarie nel Veneto, e questo mi pare un fatto dimostrato dalle carte geologiche. L'autore è dell'opinione dei signori Suess e Bayan che le eruzioni basaltiche avvenissero ad intervalli durante l'epoca eocenica; al quale proposito io ho già esternato i forti miei dubbî e le ragioni che li hanno motivati.

[1] Opera citata, p. 104 e 105.

accenna alla anteclinale, formata dagli strati neogenici alle falde del Grappa ed al disturbo stratigrafico, che quivi deve essere intervenuto.

È da notarsi, a proposito dei terreni eocenici dell'Asolano, come l'accennata differenza tra l'eocene medio di Valle Organa e Via degli Orti ed il piano medesimo in Val Rovina e sotto la chiesetta di S. Bovo non avvenga in fatto senza transizione, perchè in entrambe le località argille più o meno somiglianti al deposito dell'Asolano si interstratificano colle arenarie coralline, superiormente ad una potente formazione di calcare nummulitico, il quale non affiora ma può esistere sotto le dette argille di Via degli Orti. Questa di Asolo era certamente una regione più profonda del mare eocenico subalpino, quantunque fosse prossima alla spiaggia, il che viene attestato anche dal grande sviluppo che hanno le nullipore così nel piano di Priabona, come nel piano per altri oligocenico e come nella zona aquitaniana a *Scutella*. Nella quale condizione di cose (se realmente l'epoca eocenica fu terminata da una brusca sommersione, intervenuta tra il periodo corallino del Castelgomberto e quello del piano di Schio), questa regione a levante del Brenta per esser già stata nell'eocene una regione di mare profondo deve presentare più sfumato il passaggio tra l'eocene superiore e l'aquitaniano (¹).

Nè questo passaggio è più deciso e manifesto, almeno litologicamente, se noi abbandonate le falde prealpine, ci portiamo nei bacini interni della Val Sugana e del Bellunese, ove entrambi questi terreni coesistono quasi collo stesso carattere, col quale essi si presentano nelle colline trevigiane.

Nella Val Sugana una breve gita tra Borgo e Telve, lungo le falde orientali del monte S. Pietro, permette di studiare il succedersi dei varî piani dalla scaglia all'aquitaniano. La scaglia è quasi verticale, con direzione nord-ovest; sopra essa poggiano direttamente conglomerati nummulitici, in tre grossi banchi più dolcemente inclinati a nord-est-est. Già nell'inferiore di questi banchi abbiamo la struttura dei calcari e delle brecciole nummulitiche dell'eocene medio e nel mediano compaiono quelle apparenze di spongiari, che poi seguitano sino al piano di Schio. Epperò io penso che è molto se questo banco spetti al piano di Castelgomberto. Al terzo banco diffatti rinvengonsi abbondanti i *Clypeaster Martinianus* e la *Scutella subrotunda*, e più basso, verso Telve, le glauconie verdi passano ad una molassa grossolana, cinerea, con *Pecten deletus* e *Linthya sp.* Può credersi che questa molassa formi la base degli altri terreni miocenici di quel bacino. Ai Masi del Moretto si è sul punto di contatto tra gli strati superiori dell'eocene nummulitico e gli strati di Schio; anzi osservai qualche sezione di piccole nummuliti anche in quest'ultima roccia. Discendendo da questo punto verso Borgo, si attraversano le marne frapposte tra il secondo ed il terzo degli accennati banchi e si raccolgono delle bivalvi mal conservate e delle *Lunulites* con altri briozoi. Alcuni mal conservati coralli isolati (*Trochosmilia, Trochocyathus*) e qualche terebratula pure rinvenni appena sotto gli strati aquitaniani, i quali quivi sono concordanti cogli strati eocenici.

Il terreno nummulitico si osserva inoltre nella val Sella, almeno in due località, l'una sta di fronte all'albergo ed alquanto più a mattina, ove avvi una sorgente

(¹) Per ciò interesserà ancora maggiormente uno studio sugli Echinidi terziarî dell'Asolano, i quali anche a giudizio del signor Dames si presentano meno regolarmente disposti nei singoli piani.

assai calcare, contornata da tufo; l'altra, indicata anche nella Carta del sig. Mojsisovics, è sulla destra del torrente Moggio, ove è erosa la morena e rimane a nudo tutta la serie mesozoica, che attenuata bensì in potenza ma abbastanza completa si adagia tutto intorno al bacino di Borgo sopra i porfidi e sopra gli scisti paleozoici. Altro interessante lembo di arenarie con banchi nummulitici esiste in Val Tesino, lungo il sentiero che conduce all' alpe Cavallara, alle falde sud-est del monte Orenna.

Appena più a levante abbiamo la striscia di marne e di arenarie eoceniche, con aspetto del *Flysch* e con rari banchi di roccia nummulitica, la quale attraversa la valle di Lamon dirigendosi verso la forcella di Aune. Più oltre le rocce eoceniche si estendono, o per dir meglio furono sopra più vasta area conservate, nel vallone bellunese e prevalentemente nel versante meridionale di questo.

Una zona di arenarie e di brecciole nummulitiche affiora appena sopra la morena alle falde orientali al monte Avena presso Facen, sino a Mugnai ed anche più a levante a sud-est di Facen. Il sig. Hörnes ha osservato un filone basaltico sotto Facen, e questo è il più orientale che ora si conosca. Secondo le osservazioni del sig. Fratini di Pedevena, il basalto formerebbe un dicco nella roccia nummulitica presso ad una fonte, lungo il sentiero sulla sinistra del torrentello che scorre sotto Facen. In una recente escursione fatta con questo signore mi parve di poter confermare il carattere di dicco pel giacimento di basalto e nel ritorno verso Pedevena trovammo un banco di marne con orbitoidi, del piano di Priabona, ed una località a ponente di quella borgata presenta inoltre le molasse glauconiose a pettini, dell'aquitaniano. Tutta la serie terziaria quivi inclina a sud-est-est.

Più a tramontana, sotto gli amplissimi e numerosi depositi morenici che si allineano alle falde dei monti calcareo-dolomitici, non si vedono che gli strati aquitaniani dei quali vedremo più sotto; ma accostandoci al fiume Piave (il quale ha gradatamente abbandonato l' asse stratigrafico del vallone) sopra Pont, Salmenega, Formesan, presso ai Pat e più ancora lungo tutto la linea de' colli lambiti dal Piave da Belluno a Bribano, le arenarie del *Flysch,* eoceniche ad oligoceniche, affiorano ricoprendo una tenue zona di calcare nummulitico ad est di Bribano. E le rocce stesse, si appoggiano sulla sinistra del Piave alla scaglia rossa delle falde di Col Vicentin e del monte Faverghera, a sud di Belluno. L'enorme sviluppo delle morene impedisce di rilevare le relazioni stratigrafiche dei varî piani; ma pare sicuro che i banchi nummulitici, che pur quivi sono molto estesi da Giaon a S. Pietro in Tuba, lungo la cresta del colle a ponente di Tassei, presso Cavagnon, nell'alta valle del Limonta a sud di Lentiai, ed al paese di Mel siano nella porzione più profonda di questa massa assai uniforme di terreni del *Flysch;* la quale in basso si fonde, come ho detto, coi superiori strati della scaglia rossa, senza nè discordanza nè bruschi passaggi litologici. Una tenue zona nummulitica esiste anche alle falde del monte Talavena, sopra Bolzano, con brecciole identiche a quelle del Friuli, e più a levante la zona medesima attraversa il torrente Ardo sotto Mas, allo sbocco della valle del tortente Meduno. Nell'Alpago poi queste rocce sono assai sviluppate e si ponno accompagnare per gran tratto da Casan di Soccher sino a Plois e Lamosano. Quindi si interpongono per insinuamento conseguente a leggerissimo salto alcuni strati aquitaniani, ma ricompaiono le rocce eoceniche appena più a sud, in altro amplissimo

lembo, che si appoggia alla scaglia rossa di Spert e Tambre. Il calcare nummulitico si osserva a poca distanza dall' aquitaniano a Torch, sopra Puos e ad un livello più profondo lungo le salita da Puos a Tambre; sembrano due orizzonti distinti, prevalendo nel più recente le operculine a le orbitoidi come negli oligocenici del Vicentino. Il grande sviluppo delle frane dai monti calcari circostanti e delle morene, quivi abbandonate dal ghiacciajo amplissimo del Piave nel periodo degli anfiteatri morenici, impedisce di rilevare esattamente anche in questo bacino i confini tra il terreno eocenico superiore e l' aquitaniano, che si sviluppa colle accennate forme litologiche sopra Lamosano, presso Irrighe, Montanes e Monte di Chies. Per analogia è però a ritenersi probabilissimo che pur quivi non siano quelle due formazioni gran fatto discordanti.

Venendo ai colli trevigiani, debbo confessare che quivi la formazione eocenica è ancora pochissimo studiata. Il sig. Hörnes ne nega l'affioramento; il che non credo, avendo io medesimo osservato dalle rocce analoghe al *Flysch* sotto la zona aquitaniana e sopra la scaglia rossa da Nogarolo al lago di Mareno ed alle Polze di Senego ed avendo seguìto un conglomerato calcare con nummuliti e con frammenti di echinidi da Gava a Montaner, a nord di Sarmede. Di più il sig. De Zigno osservò la zona a *Serpula spirulaea* sotto all' aquitaniano nei dintorni della Follina. Anche sulle falde meridionali del monte Cavallo, sopra Caneva e Sarone, feci soltanto due escursioni molti anni or sono, quando eranmi ancor meno famigliari le formazioni cenozoiche dell'area veneta fuori del Friuli. Epperò le poche tracce raccolte varranno ad invogliare altri a tali ricerche, qualora, come assai temo la salute scarsa ed i crescenti impegni m'impedissero di rivedere quelle amenissime contrade. A Ceneda, in casa del compianto senatore Costantini osservai un bell' esemplare di *Conoclypus conoideus,* che mi fu assicurato provenisse da Sarmede.

A proposito dell'eocene friulano, riassumerò brevissimanente quanto esposi in una descrizione di questo terreno parecchi anni or sono [1]; aggiungendovi qualche dettaglio, rilevato dal mio amico C. Marinoni, che ampliò e modificò in parte la serie che io aveva allora rilevata.

Nel tratto dalla Livenza al Tagliamento i terreni eocenici si mostrano assai meno sviluppati che i terziarî più recenti; però presentandosi anche laddove questi fanno difetto, come nella valle di Claut, nella comba di Barcis e Andreis, nell'alta valle di Colvera ed in quell' altra più ristretta valle di Ciampon, a nord-est di Meduno. A contatto colla scaglia rossa, quivi sempre sviluppata a ridosso della Creta ippuritica, si osservano delle arenarie calcari in strati sottili, sonori, passanti a marne plumbee, con fucoidi labirintici. Sono evidentissimi tali passaggi allo sbocco della valle del Colvera presso Maniago, al molino Robaniz, sopra Meduno, nella valle di Vito d'Asio, a S. Rocco di Forgaria ed un poco più a nord, movendo verso il bacino di Chianet di Peonis. Presso Clauzzeto, Vito d'Asio ed Anduins scorgesi assai bene il contatto della Creta ippuritica coll'eocene, che a me almeno quivi parve avvenisse con sicura discordanza [2]. A queste arenarie succedono generalmente delle

[1] T. Taramelli, *Sulla formazione eocenicà del Friuli*. Atti dell'Accademia di Udine, 1870.

[2] Si vede tale contatto presso la grotta *de lis Aganis*, tra Vito d'Asio ed Anduins; ma lo ingombrano parzialmente delle frane cementate e non si può escludere che l' accennata discordanza dipenda da scorrimento. Quivi corrisponde una fonte sulfurea.

brecciole nummulitiche, con piccole alveoline, probabili equivalenti dei calcari di monte Postale e di Bolca; quindi alcuni strati arenacei del pari nummulitici, con con qualche rarissima bivalve. Le specie di radiolari vanno ristudiate; gli esemplari si raccolgono meglio che altrove a sud-ovest di Claut, tra Barcis ed Andreis, lungo il torrente Cosa sotto Clauzzetto e salendo pel sentiero, che da Maniago conduce a Frisanco. Nè di calcari madreporici, nè di quei potenti conglomerati epicretacei di cui vedremo più sotto, non trovai traccia alcuna nel Friuli occidentale. Il passaggio poi alla glauconia a *Pecten* dell'aquitaniano è regolare e per gradi, come si può osservare nel miglior modo presso Meduno e da Vito d'Asio venendo a Manazzons di Pinzano.

L'accennata discordanza tra la formazione eocenica e la serie mesozoica sembra provata dal fatto che quella talora si adagia anche a ridosso della dolomia principale, come si osserva alle falde del monte Rossa nell'alta valle del torrente Cosa e nella comba di Pala Barzana. Fosse però anche dimostrata una tale discordanza, essa non potrebbe per questo tratto di area alpina attribuirsi a sollevamento intervenuto tra la Creta e l'eocene. Chè anzi i fatti parlerebbero in favore di un temporaneo abbassamento; come lo dimostra il carattere del piano di Spilecco e come è suggerito altresì dal diverso valore batimetrico dei depositi eocenici più profondi, a mio avviso costituiti quivi dalla detta scaglia rossa, in confronto coi calcari a rudiste. Poichè queste, fossero pure indizio di una profondità marina alquanto maggiore di quella favorevole allo sviluppo dei banchi corallini, accennano però indubbiamente ad una profondità minore di quella alla quale si è formato quel deposito ocraceo, che costipato produsse la scaglia suddetta. Altro argomento in questo senso lo forniscono le piccole nummuliti e le fucoidi degli scisti argillosi e delle arenarie ad aspetto di *Flysch*, e per le brecciole valga il fatto che sono quasi essenzialmente costituite di articoli di crinoidi e di frammenti di echinidi, di nummuliti e d'altri radiolari. Nei colli a nord di Fanna e di Cavasso, ove è più sviluppato il terreno eocenico, la forma del *Flysch* già compare quale nell'Istria e nell'Apennino. Può credersi che essa rappresenti l'eocene superiore od oligocene inferiore, che dir si voglia.

Nel Friuli orientale, con fortissimo contrasto colla regione a ponente del Tagliamento, la formazione eocenica assume uno sviluppo grandissimo con esclusione quasi completa delle più recenti formazioni marine cenozoiche. Attinge inoltre al Matajur una considerevole altezza sul livello marino, quasi di 1700 metri; se male non mi apposi, giudicando non più antica del senoniano quella potente zona di *scaglia rossa*, che si osserva sul versante settentrionale dell'estremo cucuzzolo di quel monte e quindi eocenico il cucuzzolo del monte medesimo.

I colli ed i monti costituiti da questa formazione sono assai distinti per un profilo mosso ma abbastanza morbido, per discreta vegetazione e per un singolare allineamento dei paesi di Subit, Clap, Porzus, Canebola e Masarulis ad una quasi uguale altitudine di circa 600 metri, all'origine di bacini idrografici, che poi si sprofondano abbastanza selvaggi sin presso al piano. Meno elevata, una zona collinesca di più felice produttività agraria ed assai amena si stende da Tarcento a Cividale, accompagna il Natisone sino ai colli di Buttrio e di Rosazzo, poi segue sino all'Isonzo colla regione detta il Collio. Le colline eoceniche si combinarono colle

moreniche nella porzione orientale dell'anfiteatro del Tagliamento; anzi, come vedremo, hanno influito sulla disposizione delle più recenti morene.

La tectonica di questa formazione si può comprendere in poche linee, le quali compaiono evidenti anche dall' aspetto orografico. Una grande sinclinale, coll'asse da est-nord-est a ovest-sud-ovest, abbraccia le colline del distretto di Cividale e del Collio, appoggiandosi a settentrione sui dossi cretacei di M. Bernadia, M. Mia, M. Matajur e M. Colaurat ed a mezzogiorno sopra un rilievo cretaceo, in gran parte sepolto dalle alluvioni e rappresentato dal colle di Medea. Da una tale conformazione tectonica consegue che lungo il Natisone, sopra Cividale, la prevalente inclinazione sia verso sud, mentre nei colli di Buttrio, Rosazzo, Brazzano e Cormons osservasi che la formazione eocenica inclina a nord. Intervengono due principali curve anteclinali secondarie; l' una determinata dalla spinta del nucleo cretaceo dei monti Crosis e Bernadia, a nord di Tarcento, l'altra, più ampia, più elevata ed a forma di grande cupola, in corrispondenza del monte Còrada. È naturale che quivi l'abrasione posteriore all' aquitaniano abbia in varî punti messo a nudo la formazione cretacea, come appunto scorgesi dalla Carta. La settentrionale di queste curve anteclinali fa sì che gli strati eocenici a Pers, Monte Maggiore, Platiscis, e Montefosca vengano ad urtare con inclinazione nord la dolomia retica, che forma la base dell' evidentissima muraglia mesozoica, sottoposta al colosso del monte Canino.

Nè molto lontano da questi paraggi esser doveva, comunque poi fosse conformata, la catena eocenica. Infatti egli è appunto alla base di quella assai sollevata massa di rocce mesozoiche che noi troviamo nella formazione eocenica, per tutto il suo spessore, un carattere eminentemente litoraneo, anzi di una spiaggia quasi a picco. Sono brecciole a cemento marnoso, ad elementi calcari di varia grossezza (*Piasentine*); sono grossolani conglomerati con grandi massi, talora assai ricchi di fossili cretacei, come ho detto trattando delle ippuriti illustrate dal prof. Pirona; sono verso l'alto puddinghe ad elementi quarzosi, che gradatamente rimpiazzano i conglomerati e le brecciole. Sempre però sono interposti potenti banchi di marne, con calcari marnosi assai spesso bituminosi, come lo mostra la frequenza dei giacimenti di *piroscisti*, che trovansi in Friuli, ma che però non sono coltivabili. Di queste marne le più profonde hanno sempre, per lo meno a sprazzi, l'apparenza della *scaglia rossa* arenacea; presentando così un'analogia, che io credo abbastanza sicura quantunque puramente litologica e stratigrafica, coi tufi di Spilecco della regione occidentale. I potenti interstrati marnosi e lo spessore stesso di questa formazione, che supera i 700 metri, accennano ad essersi dessa formata in un periodo di sommersione.

Di fossili pur troppo, in questo piano più profondo, non mi venne fatto di osservare altro se non che piccolissime nummuliti, assai frequenti sui colli di Buja, di Artegna, di Montenars, di Qualzo, di Mezzomonte e del monte Corada, e qualche alveolina sopra Montenars, in valle dell' Orvenco. Porrei la puddinga ad elementi quarzosi, in mancanza di meglio, come limite superiore di tale più profonda divisione dell' eocene in questa contrada. Essa si scava per pietre da macina in più siti, specialmente nei dintorni di Artegna e di Magnano. A ridosso del calcare a rudiste di Medea giacciono dei calcari con piccole nummuliti, con alveoline e con altri

foraminiferi, di colorito scuro; sono in tutto identici ai liburnici di Sistiana e di Cosina, nei dintorni di Trieste.

Superiormente alle accennate rocce aggregate più o meno grossolane, framezzate di potenti interstrati marnosi e precisamente in corrispondenza della accennata puddinga a ciottoli silicei si allineano a qualche distanza dalle masse mesozoiche, le quali quivi presso si ponno supporre emerse in epoca eocenica, le località fossilifere di cui i petrefatti furono studiati dal sig. A. D'Achiardi (¹), dal sig. C. Marinoni (²) e da me. E queste si ponno dividere in due piani cioè: il più antico, dei banchi madreporici di Rosazzo, Brazzano e Russitz di Cormons, ed il più recente della brecciola ad echinidi ed a *Serpula spirulaea* di Buttrio, col giacimento alle falde settentrionali ed occidentali del monte Plauris sopra Venzone, recentemente studiato dal sig. Marinoni. Potrebbe essere che quest'ultimo gruppo di località presenti un anello di congiunzione tra i due di Rosazzo e di Buttrio; e questo verrà deciso in un lavoro complessivo sulla fauna eocenica friulana, del quale al presente sta occupandosi appunto questo naturalista. Al momento, essendo le regioni ove si trovano questi gruppi di località a qualche distanza le une dalle altre e trattandosi sempre di rocce assai analoghe, che appartengono alla più comune fisonomia dell'eocene così del Friuli come dell'Istria, pur essendo stata questa area da me percorsa parecchi anni tuttavia mi guarderei dal pronunciare un giudizio assoluto sulla suddivisione dei piani. Possiamo non per tanto porre come fuori di discussione quanto risultò in pari tempo dalle mie osservazioni e dallo studio sui corallari del sig. D'Achiardi; che cioè la zona di Rosazzo, di Brazzano e di Cormons è del piano di S. Giovanni Illarione o piano C del sig. Bayan. Come pure rimane eminentemente verosimile che il piano di Buttrio per la grande abbondanza delle *Orbitoides (O. papyracea, O. ephippiola, O. aspera, O. dispansa)*, delle *Operculina (O. canalifera, O. ammonea)*, per la frequenza dell'*Alveolina oblonga* e dell'*A. melo*, e specialmente per la *Serpula spirulaea*, per gli Echini (*Prenaster alpinus, Periaster Biarritzensis, Echinolampas subsimilis* e *Cidaris interlineata*), spetti al piano di Priabona o piano E del sig. Bayan. Entrano così entrambi gli accennati gruppi nel terreno eocenico medio; il secondo ponendosi al confine coll'eocene superiore od oligocene inferiore, che dir si voglia.

Superiormente alle brecciole di Buttrio e dove queste mancano, sopra alle puddinghe ad elementi silicei, si stendono con ragguardevole potenza le marne e le arenarie del *Flysch*, che si ponno considerare l'anello di congiunzione coll'aquitaniano; almeno sino a tanto che sia dimostrato l'intervento di qualche fenomeno geologico importante tra queste due formazioni. Che siano perfettamente concordanti io non oserei affermare; anzi nel bacino carnico al pari che nel bacino vicentino quel brusco arrestarsi degli strati di Schio alle falde della regione collinesca senza essere per nulla accennati nemmeno da uno scarso lembo sulle regioni più elevate e più ancora la assoluta mancanza di questi strati nella regione eocenica dell'Istria e della valle del fiume Recca, mi farebbero propendere per una discordanza senza

(¹) A. d'Achiardi, *Coralli eocenici del Friuli*. Pisa, 1875. Atti Soc. tosc. di sc. nat. Vol. XVI.

(²) C. Marinoni, *Contribuzioni alla geologia del Friuli*. 1.° *Un lembo eocenico delle falde settentrionali del monte Plauris*. Atti Ist. veneto, 1877; *Ulteriori osservazioni sull'eocene friulano*. Atti Soc. ital. di sc. nat. Milano, Vol. XXI, 1878.

trasgressione. Riterrei cioè la formazione eocenica spostata e precisamente in un senso che da lontano accennasse alla tectonica attuale, nello scorcio dell' eocene. Ma sta il fatto più sicuro, di prevalente importanza in ordine dello studio sulla genesi di questa tectonica, che gli strati di Schio sono non meno contorti degli strati eocenici. Sta anche l'altro fatto che dove si osserva la sopraposizione dell' aquitaniano al nummulitico, come alle falde e presso la vetta del monte Baldo, nella Val Sugana, a nord di Belluno, nell'Alpago, presso Meduno e Cavasso ed a sud di Barcis, quivi non si osserva in realtà una evidente discordanza tra le due formazioni. Onde la mente, che tenta raffigurarsi quei primi abbozzi della attuale orografia, si perde ancora in congetture piuttosto che fermarsi sopra fatti sicuramente constatati.

Questo affermiamo pertanto, che non già da congetture ma per prove evidenti si rafforza; che, cioè, in corrispondenza della prima fase corallina del Veneto occidentale anche l'area friulana presentava una orografia d'arcipelago e che in questo arcipelago eranvi banchi corallini e spiagge, solcate da torrenti ed abitate da una fauna litoranea. Ed affermiamo del pari che della seconda fase corallina, del gruppo di Castelgomberto, indarno sino ad ora si cercarono la vestigia nel tratto dal Brenta all' Isonzo.

In vista della prossima pubblicazione del lavoro del mio amico, prof. Marinoni, io mi astengo dal presentare un elenco delle specie eoceniche friulane.

Diamo ora una rapida occhiata riassuntiva a quanto abbiamo esposto circa l'eocene nelle provincie venete.

Come nella Lombardia così per la maggior parte dell'area veneta, la pluralità delle osservazioni più sicure dimostrano che si continuava la sommersione durante l'aurora dell' eocene, quale erasi verificata all' epoca del senoniano. Però nel Friuli già comparve una discordanza tra la Creta superiore e l'eocene, e nell'Istria abbiamo una formazione continentale alla base di quest' ultimo: la formazione liburnica, con ligniti in parecchie località. Ma anche dati parziali spostamenti ed emersioni locali, tra le due epoche avvenne una sommersione generale, rappresentata dai tufi di Spilecco e dalla porzione superiore della scaglia rossa, quando questa si alternava con arenarie nummulitiche e colle rocce del *Flysch.* La straordinaria accumulazione dei sedimenti di costiera nel Friuli e forse le prime emersioni basaltiche nella regione berica riconducono i fondi marini ad una zona propizia allo sviluppo dei radiolari da prima (piani di monte Postale e di monte Valecco), poscia dei gasteropodi litorani della zona a *Cerithium gonfoceras.* Talora anche la terra emersa si coperse di vegetazione, se è vero, che la fauna di Novale sia tanto antica quanto la volle considerare il signor Bayan. Tra quei bassifondi vennero a morire, in una certa serie di tempi, per una particolare direzione di correnti, le miriadi di pesci di cui le vestigia hanno reso famosa la località di monte Bolca. Nè tardarono, così nell'area degli espandimenti basaltici come più ad oriente ove questi non sono punto accennati, a verificarsi condizioni di profondità marina opportunissime per lo sviluppo dei coralli; talora in banchi, ma più comunemente in masse ed individui isolati.

Intorno a quei banchi, insieme a quelle masse coralline, abitò quei fondi marini una fauna litoranea, tuttora poco conosciuta ma sensibilmente diversa così da quella di monte Postale come da quella di Roncà. Le brecciole basaltiche, in cui si annidano le spoglie di quest'ultima fauna, si formarono alquanto più tardi, però sempre nei limiti dell'eocene medio; entro i quali limiti io credo che si possano comprendere anche i piani di Priabona e di Brendola.

Però la regione era animata da un persistente movimento di sommersione, contro gli effetti del quale indarno lottavano e gli organismi col loro lavorio secretore, e le meteore colle accumulazioni dovute esclusivamente a causa esogena per vicinanza di spiagge calcari, demolite ed ingoiate dal mare. Le marne a polipai ed a briozoari di Brendola, più ancora le arenarie e le marne plumbee di Laverda ed i tufi di Sangonini ed i calcari a nullipore, così comuni nell'eocene superiore di tutta l'area occidentale, dimostrano che i depositi si accostavano a quel tipo litologico uniforme che invade oltre una metà del continente europeo in corrispondenza del periodo tongriano. La formazione del *Flysch alpino* quasi si fonde con quella analoga degli Apennini; dove però riposavano nel loro avello di calcare i resti di tante generazioni di animali marini, dove sembra fervessero operosi vulcani, che eruttarono i basalti, quivi avvenne un temporaneo sollevamento e furono isole coronate da quella vegetazione lussureggiante, di cui ci serbarono mirabili saggi le feniciti del Chiavon. Furonvi veri banchi corallini, poco estesi ma compatti ed a colonie conglobate, come è il caso del piano di Castelgomberto. Furonvi faune di mare abbastanza profondo, come quella dei tufi superiori di Sangonini.

Era segnato frattanto che a questo punto una grande ruga avesse a comparire sulla faccia del globo, in corrispondenza di queste nostre Alpi. Fratture e curvature dovute a contrazioni ed a pressioni delle masse spossate, spostamenti più o meno rilevanti secondo piani che ci sono tuttora sconosciuti, preludono alle condizioni tectoniche attuali. Una formazione tuttavia di mare profondo, ma topograficamente più limitata, quella degli strati di Schio, viene ad aprire la serie dei depositi che si formarono in bacini che da lontano accennano alle attuali depressioni.

Durante questa lunghissima serie di oscillazioni, tra i due estremi della scaglia rossa e degli strati di Schio, la fauna marina presentò un graduato cangiamento, permettendo l'estensione massima dei tipi più diffusi anche altrove in corrispondenza ai piani di S. Illarione di Priabona, ma sempre mantenendo un carattere locale, che non si smentisce nemmeno nel piano oligocenico del Castelgomberto. I sirenoidi tra i mammiferi, qui si stabiliscono forse prima che in altre regioni d'Europa; i rettili strisciano sulle spiagge delle poche terre emerse; le tartarughe nuotano negli stagni in cui si affondano i pesanti antracoteri. Almeno un migliaio di specie di molluschi e forse poco meno di altri animali fanno la loro comparsa, compiono le loro evoluzioni e per sempre scompaiono nel volgere di questi periodi, dei quali la scienza potrà aumentare ancora il numero ma non cangiare la disposizione cronologica, la quale si può giudicare sufficientemente constatata e comprovata, come abbiamo veduto, dallo studio delle varie classi d'animali, in specie dei molluschi, dei coralli e degli echini.

CAPITOLO XV.

Terreno aquitaniano. Strati di Schio, glauconie e marne di Belluno.

Certamente è dovuto in gran parte alla abrasione se gli avanzi della formazione aquitaniana sono nel Veneto così scarsi come compare nella Carta. Ho segnato la formazione aquitaniana anche nel Vicentino occidentale e nei Berici, dietro le indicazioni favoritemi dal sig. Beggiato, in quelle località dove si presentano superiormente agli strati di Castelgomberto dei calcari nulliporici riferibili per epoca agli strati di Schio ed a quelli della zona di Tarso, nei colli trevigiani.

Volendo escludere questa associazione, che io riconosco come affatto temporanea, rimangono gli strati di *Scutella* pel Veneto occidentale limitati alla depressione vicentina e precisamente all'angolo nord-ovest della medesima, presso Schio e nel gruppo della Marostica; sviluppandosi poi con assoluta prevalenza sull'eocene, così nella Val Sugana come nel Bellunese e nei colli trevigiani.

Si ponno distinguere tre forme distinte, di cui i rapporti stratigrafici non sono sempre facili a rilevarsi, tantochè il sig. Hörnes, il quale recentemente si è occupato di questo terreno (1), confermando in gran parte quanto io aveva pubblicato molti anni prima di lui (2) elevò il dubbio che si tratti, come ora si è assai inclinati a supporre, di tre *facies* parallele. Abbiamo cioè: 1° le arenarie più o meno calcari con abbondantissime *Scutella*, di cui le specie furono determinate dal signor Laube e conservate dal signor Dames; 2° le marne a *Pecten deletus* Mich., le quali io sempre vidi soprastare agli strati precedenti; 3° le *glauconie verdi di Belluno*, le quali propriamente costituiscono una forma speciale, che si insinua tra le due precedenti, particolarmente sviluppata a nord di Belluno, nell'Alpago e nella valle Caltea, a sud di Barcis, in Friuli.

I calcari grossolani e le arenarie a *Scutella* nella Val Sugana sopra Borgo, e della valle di Sella, presso il casino Kopal, all'origine del torrente Salmenegà, nell'Alpago sopra Lamosano e per quanto io vidi anche nei colli di Serravalle, di Tarso ed a sud di Follina formano il più profondo piano della serie. Secondo il signor Hörnes sarebbero invece superiori rispetto alle marne ed alle arenarie giallastre, che presso Val Calda, a nord di Serravalle, sono zeppe di balani colla *Turritella gradata* Menke, mentre sottosterebbero ad un banco con nullipore e con *Spondylus cisalpinus* Brongn., una delle forme più comuni nell'eocene superiore del Vicentino e del banco corallino di Rosazzo in Friuli. Io non conosco la località visitata dall'autore, ma credo che questa serie vada ristudiata.

Le specie di echini di questo piano, note sino al presente, sono le seguenti:

Leiocidaris alta Dames
Scutella subrotunda Lamk.
Clypeaster Martinianus Desm.
» *Michelottii* Ag.

(1) R. Hörnes, *Beiträge zur Kenntniss der Tertiärablagerungen in den Sudalpen.* Jahrb. geol. R. A. Wien, B. XXVIII, p. 11 e 36, 1878.

(2) T. Taramelli, *Una passeggiata geologica da Conegliano a Belluno.* Belluno, 1871. — *Cenni geologici nei dintorni di Belluno*, del sig. A. Guernieri, 1871.

Clypeaster Michelini Laube	*Paleopneustes conicus* Dames
» *placenta* Mich.	*Schizaster* cf. *Scillae* Ag.
» *regulus* Laube	» cf. *Parkinsoni* Ag.
Echinolampas subquadratus Dames	*Pericosmus Montevialensis* Schauroth
» *discus* Desm.	*Spatangus euglyphus* Laube

Il carattere della quale fauna così pel signor Laube come pel signor Dames è tanto diverso da quello delle precedenti da far decidere per un distacco di questo piano dall'eocene. Le nuove forme dei *Clypeaster*, la comparsa dei generi *Scutella* e *Spatangus*, la presenza di una specie del genere *Paleopneustes* ritenuto sino ad ora soltanto come vivente, provano piuttosto l'incominciamento di una nuova êra nelle faune terziarie anzichè la prosecuzione delle più antiche. I resti degli animali di altre classi sono scarsissimi in questo piano, riducendosi a scarse valve di *Pecten* cf. *incurvus* Br., a balani e ad ittioliti.

Le marne azzurrognole più o meno scagliose, talora grossolane oppure finissime e leggermente micacee sono sottostanti indubbiamente al piano a *Scutella*, come può scorgersi presso Telve e lungo il rio Gresal, a ponente di Belluno. In essa abbondano le squame di pesci ed io trovai due esemplari di *Pinna*, sotto Sospirolo. Queste marne si ripetono identiche nell'Alpago, specialmente al ponte di Schiucaz per Lamosano. I fossili sono poco conservati, ma si raccolsero le seguenti specie:

Isocardia cf. *subtransversa* d'Orb.	*Arca* cf. *diluvii* Lamk.
Cardium cf. *hians* Br.	*Pecten deletus* Mich.
Astarte cf. *Neymayeri* R. Hörn.	» cf. *denudatus* Reus.

Potrebbe essere che a questo stesso livello spettassero le marne di Crespano, nelle quali il signor Rossi Arturo raccolse molto materiale di una fauna che sta attualmente studiando, e somministrò gli esemplari di ittiodontoliti al signor prof. Bassani, che ne pubblicò una interessante relazione ([1]). Da questa risulta che sopra 21 specie di pesci quivi constatate il maggior numero cade nel faluniano e specialmente nel piano del *calcare di Leitha* di Margarethen. Quattro soltanto sono comuni alla glauconia bellunese; quindi le probabilità stanno perchè questo deposito sia più recente delle marne di Sospirolo e rio Salmenega; rimanendo d'altra parte litologicamente ed anche per fauna diverso dal prossimo deposito di molasse tortoniane di Romano, presso Bassano, di cui diremo in appresso.

Quanto alle glauconie bellunesi, riconosciute già come terziarie dal Catullo e da me come del miocene inferiore, la fauna venne studiata dal signor Hörnes col molto abbondante materiale esistente all' i. r. Istituto di Vienna, confermando la maggior parte delle determinazioni, che io ho potuto fare su più scarso numero di esemplari. Le specie più comuni sono le seguenti:

Echinolampas cf. *conicus* Laube	*Cardita* cf. *scabricosta* Mich.
Pecten arcuatus Brocchi = *Janira fallax* Mich.	*Crassatella neglecta* Mich.
	Cardium fallax Mich.
Pecten deletus Mich.	» *anomalum* Math.
Avicula phalenacea Lamk.	*Dosinia* cf. *exoleta* Lim.

([1]) Fr. Bassani, *Su due giacimenti di ittioliti.* Padova, 1880.

Venus multilamella Lim.	*Xenophora* cf. *Deshayesi* Micht.
» *intermedia* Mich.	*Turritella gradata* Menke
Venus dubia Mich.	» *cathedralis* Brongn.
Pholadomya trigonula Mich.	*Pyrula geometra* Borson.
Panopea declivis »	» *condita* Brongn.
» *Gastaldii* »	*Buccinum Caronis* Brongn.
Dentalium cf. *grande* Desh.	*Conus deperditus* »

Ritengo che le arenarie gialle di Bolzano e Libano, a nord di Belluno, costituiscano una formazione locale, che si insinua sotto o tra le arenarie verdi. In posto non si osservano entrambe le formazioni, quindi è impossibile decidere della relazione tra i due depositi; tanto più che da questa arenaria non si ebbero fossili marini paragonabili a quelli delle glauconie. Che però fosse quello un delta marino lo provano gli avanzi di sirenoidi che furono determinati dal signor De Zigno. Questo illustre paleontologo ha illustrata una specie di *Halitherium* (*H. Belunense*) e altra di *Squalodon* (*S. Catulli*); quest'ultima stata già distinta dal Molin, ma riferita al genere *Pachyodon* [1]. Inoltre venne scoperto in questa arenaria un dente di rinoceronte, che il signor Lioy [2] determinò come un molare superiore destro di *Rhinoceras Schlajermacheri* Kaupm.

Può essere che le arenarie della Cava Brocchi sotto S. Michele, a ponente di Bassano, spettino a questo piano. Nei colli trevigiani e nel Friuli non osservai alcuna formazione, che si potesse riferire a questa arenaria di Libano, la quale costituisce una specialità utilissima di *pietra da mole*.

Nel Friuli la zona aquitaniana è meno potente che nel Bellunese, ma abbastanza continuata; alle falde dei colli di Fanna e Cavasso, con glauconie a grossi *Pecten* cf. *Besseri*; a Meduno, sotto la chiesa, con molasse abbastanza ricche di *Schizaster Desori* Ag.; nei colli di Manazzons, sotto Vito d'Asio, con calcari glauconiosi consimili a quelli di Tarso e di S. Augusta sopra Serravalle; finalmente nell'isolato affioramento di Pozzuolo al Cormor, a sud di Udine, ove per lo spazio di pochi metri affiorano le glauconie grigiastre con *Scutella subrotunda*, con *Lithothamnium*, con *Balanus* sp. e con denti di squalo. Questo, come già si disse, è l'estremo punto in cui affiori nel suolo veneto il piano di Schio. Avendo io precedentemente dichiarato di non adottare la suddivisione dell'oligocene, mi limito ad uniformarmi alla pluralità dei geologi, che hanno recentemente trattato di questo terreno e che lo collocano immediatamente sopra il piano di Castelgomberto ed in approssimativo parallelismo col calcare inferiore di Malta, col calcare di Aqui e del Gassino in Piemonte, colla molassa inferiore della meridionale Germania e cogli strati di Sotzka in Ungheria. Alle quali analogie aggiungo pur quella del bormidiano apenninico, del quale i limiti col langhiano e col serravalliano sono abbastanza definiti; come dimostrerò in un lavoro in corso di stampa, sulla zona dei conglomerati ofiolitici e della molassa a *Pecten Besseri* nell'Apennino di Tortona e di Voghera [3].

[1] Molin, *Sulle reliquie di un Pachyodon di Libano presso Belluno*. Sitzungsb. k. Akad. d. Wiss. Vol. XXXV e XXXVIII, 1859. — De Zigno, opera citata; *Squalodonte nell'arenaria miocenica di Belluno*. Mem. Ist. veneto, 1876, Vol. XX.

[2] P. Lioy, *Cenni su alcuni vertebrati fossili del Vicentino*. Atti Soc. it. sc. nat. Milano, Vol. VIII, 1866.

[3] T. Taramelli, *Descrizione geologica della Provincia di Pavia*, con annessa Carta geologica. Milano, 1882.

È anche importante di osservare il valore geologico, che hanno gli elementi litologici di questa glauconia bellunese; la quale, se è roccia in quel bacino distintissima, presenta però delle sfumature assai graduali così a levante come a ponente; notandosi i granuli cloritici più o meno diffusi nella sabbia calcare cementata e distintissimi così nella zona aquitaniana della sponda occidentale del Garda, come nel monte Brione di Riva, nella Val Sugana e nell'isolato ma importante affioramento da Pozzuolo al Cormor. L'intensità massima di tali granuli si osserva specialmente nel lembo della valle Caulana, a sud di Barcis, dove la roccia è altresì riccamente disseminata di piriti di ferro, le quali forse esistevano e poi furono distrutte anche nelle glauconie bellunesi, ove esse hanno tinta più ocracea ed a chiazze.

È abbastanza verosimile che questo deposito rappresenti il prodotto dell'erosione, disperso dalle correnti marine, quando nelle terre sollevantesi vennero ad emergere i cumuli basaltici per essere già abraso il tenue mantello che li ricopriva; nella guisa medesima che nell'Apennino le arenarie ofiolitiche, coeve o quasi coeve a queste glauconie bellunesi, rappresentano un primo periodo di abrasione delle rocce tongriane ed una considerevole erosione delle allora denudate rocce ofiolitiche del piano liguriano. Altri, seguendo la sopra esposta idea dei signori Hébert e Meunier-Chalmas, potrebbe vedere in questo deposito la prova di fatto della unica fase esplosiva di quei vulcani, che si vorrebbero ammettere attivi soltanto durante il periodo aquitaniano; ma su questa idea, che tuttora attende una completa dimostrazione da coloro che l'hanno annunciata, non si può al momento fondare nonchè un'induzione, nemmeno una ipotesi.

Finalmente accennerò ad un mio dubbio che siano aquitaniane anzichè dell'eocene superiore o medio quelle arenarie di color verde intenso, quasi nere, che si osservano sopra le solite rocce del *Flysch* all'origine della valle di Uccea, appena a levante del passo di Carnitza e nel bacino di Flitsch, presso il paese, a ridosso delle arenarie che alla lor volta si appoggiano alla scaglia rossa, sino al confluente della Goritenza nell'Isonzo. In quest'ultima località ho osservato nelle arenarie verdi delle piccole operculine, diverse da quelle che ho accennato pel piano di Buttrio. Se così fosse, noi avremmo quivi una località di congiunzione tra l'aquitaniano del bacino mediterraneo e quello dei bacini della Sava e della Drava.

CAPITOLO XVI.

Molasse e conglomerati del miocene superiore (tortoniano).

Durante il deposito della formazione aquitaniana il corrugamento della catena alpina, attraverso fasi di cui lo studio è tutto da farsi, progredisce con moto accelerato. Le masse montuose gradatamente si elevano, si individuano le montagne collo scavarsi delle valli, si arretrano sempre più e si allargano i circhi all' origine di queste valli e si scolpiscono le selle. Così la orografia si accostava allora gradatamente alla attuale. I dettagli idrografici erano però sensibilmente diversi, sia perchè i torrenti ed i fiumi non percorrevano precisamente le direzioni attuali, scendendo a modo di esempio allora il Piave per la chiusa di Fadalto ed il Tagliamento pel

lago di Cavazzo, sia perchè vasti tratti del piano e dei colli e dei bacini interni attuali erano occupati dal mare sino ad un limite altimetrico, che è assai vario tra i 300 ed i 500 metri, nelle località dove esistono lembi di tortoniano marino. Queste sono nella Val Sugana, nelle colline di Bassano e di Asolo, di Corbanese e Vittorio, di Paludea, Manazzons, Pinzano, Forgaria, Peonis nel Friuli, al di qua del Tagliamento. Nel Friuli orientale, i depositi di questo mare rimasero sepolti o furono abrasi, oppure quel mare non si è quivi esteso. Se si ponesse mente alla assoluta mancanza di terreni tortoniani marini nell'Istria e nella Dalmazia, saremmo portati a prescegliere quest' ultima spiegazione, ma questi terreni marini del piano sarmatico con tutta probabilità esistono nella valle della Savizza di Wochein e nell'ampio vallone della Drava; epperò non possiamo escludere che in questo tratto delle Alpi giulie i terreni tortoniani marini, pur essendosi depositati ed essendo stati spostati dalla loro giacitura originaria, sieno stati poi ricondotti sotto al livello marino e quindi ricoperti dai sedimenti attuali e dalle alluvioni. Comunque sia, consideriamo questi terreni tortoniani marini come sono e dove sono, rimettendo ai geologi dell'avvenire la questione della loro possibile esistenza là dove attualmente non sono ancora conosciuti.

Ricorderò per incidenza il giacimento di Porcin, sopra Caprino, del quale si fa parola in una memoria dell'egregio sig. Paglia (¹) e prima ancora in un breve scritto dei signori Pellegrini e Pizzolari pubblicato nel *Collettore dell'Adige* (1853 n. 28). È una massa potente di argilla azzurra, con rade e mal conservate conchiglie, la quale viene scavata in servizio di parecchie fornaci e forma un dosso che sostiene i casolari del detto villaggio di Porcin. Questa marna ha la potenza di 20 metri, occupa mezzo chilometro in larghezza e circa due in lunghezza dal Gamberon ai Masi, dove si vede appoggiare direttamente sopra gli strati del *Biancone* inclinati da est ad ovest. Il signor Nicolis nelle note illustrative della sua pregevole Carta geologica del Veronese (p. 79) espone assai ragionevole dubbio sulla miocenicità di questa marna, nella quale raccolse la *Limopsis Delbosi* Tourn. e probabilmente la *Chama ponderosa* Desh e la *Turritella Duvalli* Rou., specie eoceniche. Potrebbe essere un giacimento analogo alle marne di Pedevena presso Feltre, in stretto rapporto coi calcari ad orbitoidi; potrebbe anche toccare i confini del miocene inferiore. Ma tortoniano non sembra che possa ritenersi; anche pel fatto che in tutto il Veneto occidentale mancano terreni tortoniani marini ed a ponente del Garda, al colle dell'Abbadia presso Brescia, trovasi come abbiamo veduto un deposito miocenico continentale ad *Helix Ramondi*, che accenna a terra emersa colà come nella massima estensione delle Alpi giulie e dinariche.

Nella Val Sugana evvi un vasto lembo di questo terreno nella val Coalba, che costituisce il monte Civerone e verso ponente viene poi ad affiorare a sud del villaggio delle Olle; anzi quivi le argille sono più potenti e non meno fossilifere, sebbene i fossili non siano meglio conservati. In entrambe le località, ma specialmente verso la val Coalba, le molasse fossilifere passano in alto a banchi di conglomerati e questi sono lignitiferi. Si apersero varie gallerie, delle quali una è

(¹) E. Paglia, *Sopra terreni specialmente terziarii, nella adiacenza del bacino di Garda.* Atti Soc. veneto-trentina. Padova, 1874.

tuttavia in esercizio e si estrae una discreta lignite, che si consuma in gran parte dagli industriali di Borgo. Dei fossili di val Coalba scrisse recentemente il signor Hörnes ([1]) e specialmente della *Isocardia subtransversa* D' Orb., la quale secondo questo autore accennerebbe ad un livello più antico del tortoniano. Secondo una nota di poche specie quivi raccolte dal sig. Fuchs ed Andrian nel 1868, tra cui la *Turritella rotifera* Desh., *Corbula carinata* Dujard., *Tellina planata* Linn., *Mactra triangula* Ren., *Venus umbonaria* Lamk., questo deposito spetterebbe al secondo piano mediterraneo, quindi al nostro tortoniano. La *Turr. Archimedis* Brongn., il *Cardium hians* Brocchi, la *Venus islandicoides* Lamk. la *Thracia ventricosa* Phill. riconosciute nel deposito medesimo dal sig. Hörnes e dal sig. Mojsisovics aumentano la probabilità anzi inducono la certezza che veramente si tratti di un deposito tortoniano. Tanto più che non saprei scorgere la linea di distinzione tra le molasse, che si osservano lungo la salita alle gallerie e quell' altro livello delle marne scure più vicine al deposito lignitico, ove si rinvenne il *Cerithium lignitarum* Eichw., così caratteristico di tutti i consimili strati di passaggio della formazione marina tortoniana alla formazione alluvionale o lacustre del sarmatico superiore o messiniano. Quivi, tra le molasse contenenti in copia stragrande le isocardie e le panopee e le marne sottostanti ed anche intercalate tra gli strati di conglomerati lignitiferi, non vi è che la distanza di una decina di metri, in posizione affatto concordante. Il quale fatto da me constatato, insieme alla comunanza delle *Turritella rotifera*, *T. Archimedis*, *T. turris*, *Venus islandicoides*, *Mactra triangula* cogli altri depositi tortoniani del Veneto, escludono che queste marne si possano giudicare coeve alle sopraccennate di Sospirolo e del rio Salmenega e più antiche del miocene superiore. Tutto al più si può sospettare che questo golfo della Val Sugana sia stato dalle alluvioni ricolmato all'aurora di tale periodo. Fossili marini furono altresì trovati in isolati giacimenti marnosi, associati a conglomerati presso Strigno e nella valle Pissavacca; più in alto, alla sella per cui si entra da Blegno nella valle di Tesino, evvi un lembo di conglomerati lignitici, ma quivi mancano le molasse marine. Epperò sebbene il deposito terziario della Val Sugana sia sconcertato da faglie e da risentitissime inclinazioni, tuttavia si comprende che si è presso alla spiaggia di un seno marino miocenico, il quale venne poi interrato dalle alluvioni in epoca terziaria, ancor prima che intervenissero i fenomeni endogeni che hanno determinato lo smembramento e lo spostamento dei varî lembi di quella formazione litorale.

Nella stessa comunicazione il signor Hörnes accenna ad un deposito analogo con *Corbula* sp., *Venus islandicoides* Lamk., *Isocardia subtransversa* d'Orb., *Arca cardiformis* Bast. a Cornoledo, a nord-est di Este; ma non somministra alcun dettaglio nella giacitura di questi fossili, che esistono nelle collezioni dell' Istituto geologico viennese. Nè più sicure indicazioni noi abbiamo dell' esistenza di lembi marini più recenti dell'oligocene nei monti Berici, oltre la incerta allusione contenuta in una Memoria del Catullo ([2]).

Molto esteso invece è lo sviluppo dei terreni tortoniani marini nei dintorni di Bassano e di Asolo, appena sotto ai conglomerati lignitiferi, con molasse che si

([1]) Verhandlungen der k. k., geol. R. A. Wien.
([2]) T. A. Catullo, *Lettere al sig. conte Salina*. Annali di Bologna, 1844.

alternano con altri conglomerati a grosse *Ostrea* cf. *longirostris*. Si ponno raccogliere esemplari abbastanza conservati a nord di Romano, presso S. Michele ed a nord-est di Monfumo. Dei fossili della prima località trattò il sig. dott. Manzoni (¹) ed alle di lui determinazioni devesi la seguente nota:

Conus Tarabellianus Grat.
» *fusco-cingulatus* Bronn.
» *Dujardini* Dasch.
Ancillaria glandiformis Lamk.
Buccinum clathratum Lamk.
» *semistriatum* Brocc.
Cassis saburon Lamk.
Ficula sp.
Pleurotoma Sotteri Micht.
» *Jouanneti* Desm.
» *calcarata* Grat.
» *sinuata* Bell.
» *pustulata* Bron.
Turritella cathedralis Broug.
» *rotifera* Lamk.
Natica millepunctata Olivi
Corbula gibba Olivi.
Venus Dujardini Hörnes

Queste molasse a Col Rovigo, un poco più a sud-est di Romano, presentarono un deposito ricchissimo di filliti, le quali furone estratte accuratamente dal sig. dott. Francesco Beltramin de' Casati e di questa flora si occupa al presente l' egregio signor F. Sordelli, il quale ha pubblicato un cenno in proposito, affermando che essa possiede *un carattere pliocenico*. Ciò non toglie che le marne di Romano, che stanno sotto, siano sicuramente del miocene superiore o tortoniano. E siccome sono marini anche gli strati che comprendono le filliti, e quelle poche specie di molluschi che questi strati contengono, sono le più diffuse in entrambi i piani del tortoniano e del piacentino, così possiamo riscontrare nel carattere pliocenico della flora di Col Rovigo un nuovo esempio della precedenza dei cangiamenti della flora rispetto a quelli della fauna nel succedersi nei periodi geologici. Non credo ancora dimostrato che gli strati fillitici in discorso corrispondano ai pliocenici di Masserano, Grignasco, Induno, Nese ed Almenno in Piemonte e Lombardia. Ove anche lo fosse, questa equivalenza sarebbe una nuova prova della relativa antichità dei lembi pliocenici dell' alta valle del Po.

Le marne azzurrognole a *Turritella rotifera* ed *Ancillaria glandiformis* proseguono oltre il Piave nei colli di Carbanese e di Vittorio ed anche oltre il Meschio nei colli di Cordignano. I fossili meglio conservati si raccolgono lungo il sentiero, che da Corbanese conduce a Ceneda ed alla Costa, a sud-est di Serravalle. Quivi, se non sono intervenuti degli arrovesciamenti che sembrano esclusi dal regolarissimo andamento delle formazioni, abbiamo la sopraposizione delle marne marine ad una zona già abbastanza potente di conglomerati, con altri banchi di questa roccia che quindi seguitano sino alla formazione prettamente alluvionale dei colli di Conegliano e del Bosco Montello. E questo precoce sviluppo delle rocce aggregate grossolane potrebbe dipendere dall' essere quivi sboccata nel mare una grossa corrente, che possiamo così ad un dipresso paragonare al Piave attuale, continuantesi come si disse per la sella di Fadalto.

Nella depressione bellunese non si conosce alcun deposito tortoniano. Ricordo bensì di aver osservato delle molasse passanti a conglomerati, andando dal Molino

(¹) A. Manzoni, *Della fauna marina di due lembi miocenici dell'alta Italia.* Sitg. k. Ak. d. Wiss. Wien, 1869, Vol. LX.

di Chies a Tambrè, ma non vi rinvenni alcun fossile. Ad ogni modo non vorrei affermare assolutamente una tale mancanza la quale è abbastanza strana, qualora si pensi che nella Val Sugana e nei colli di Vittorio questo terreno tortoniano, con fossili marini, si eleva ad altezze molto superiori dei dintorni di Feltre e di Belluno. Che del resto il sollevamento sia avvenuto molto irregolarmente in queste falde delle Alpi venete e carniche, lo dimostra la mancanza di depositi tortoniani marini alle falde orientali del gruppo del monte Cavallo, dove soltanto si osservano depositi di conglomerati alluvionali, con ligniti, dei quali tratterò più avanti, mentrechè, se noi ci portiamo appena a nord, oltre lo Zelline, incominciamo presso Maniago Libero a trovare le molasse gialle con filliti e con straterelli di lignite, poi verso e sotto Cavasso, lungo il letto del Meduna, a Colle, Solimbergo, Lestans, Paludea, Castelnovo, Pinzano, Forgaria e Flagogna la formazione molassica, colle sue allineate creste di conglomerati, coi suoi interstrati fossiliferi, coi suoi letti di ostriche, coi suoi banchi lignitici, ci si manifesta per quegli stessi caratteri che nei colli a nord di Treviso. Abbiamo quivi una traccia di regolarissima spiaggia, in cui l'azione dei torrenti gradatamente allontanava l'onda marina ed accumulava per centinaia di metri di potenza i depositi aggregati.

Portandoci ancora a settentrione, i lembi di questa spiaggia tortoniana si trovano nel bacino di Chianet presso i 350 metri ed alle falde occidentali e settentrionali del Colle di Osoppo. In quest'ultimo punto pochi e scarsi sono i fossili ed il deposito è prevalentemente arenaceo. Sembra che fosse poco lontano dallo sbocco di una corrente, che poteva essere più o meno paragonabile all'attuale Tagliamento. Ma nel seno tranquillo del Chianet di Peonis le alluvioni si avanzarono più tardi e le marne azzurre, però sempre con conglomerati zeppi di ostree e con molasse, con banchi di congerie, con fauna litoranea discretamente conservata ed abbondante, si accumularono con ragguardevole potenza. Di questi fossili determinai anni sono le specie seguenti [1]:

Turritella Archimedis Broug.
» *rotifera* Lamk.
Terebra fuscata Bronn.
» *acuminata* Bors.
Cerithium lignitarum Eich.
Ancillaria glandiformis Lamk.
Conus Mercati Bronn.
» *Berghausi* Bast.
Pholadomya alpina Math.
» *arcuata* Agass.
Venus umbonaria Lamk.
Cardium hians Bronn.
» *hirsutum* Bronn.
» *Schmidtii* Hörn.
Cardita Jouanetti Bast.
Arca diluvii Lamk.
Ostrea longirostris Lamk.
Congeria sp.
Isocardia sp.
Pecten sp.

Dai colli di Forgaria proviene altresì lo *Spatangus Castelli* Tar., da me descritto nel lavoro sopraccennato sugli echini fossili del Friuli. Il tenue lembo di Osoppo, alla base della potentissima formazione alluvionale sarmatica su cui sta la fortezza, è il più inoltrato verso settentrione che io mi conosca. Per entro la valle del Tagliamento, comechè il *thalveg* di questo fiume si mantenga sin quasi sotto Ampezzo

(1) T. Taramelli, *Sulla formazione eocenica del Friuli*. Udine, 1870.

carnico inferiore a trecento metri, non si osservano che grandiosi ammassi di alluvione sarmatica, potenti a luoghi oltre i 150 metri. Epperò anche quivi dobbiamo ammettere una quantità di sollevamento certamente minore che nella regione collinesca tra lo Zelline ed il Campo d'Osoppo. Altri potrebbe immaginare che da quest'area fossero i sedimenti marini tortoniani abrasi precedentemente alla formazione dell'alluvione sarmatica; ma dal vedere come sieno ovunque concordanti col tortoniano gli strati più recenti, io argomento che non sia intervenuto un periodo di emersione e di abrasione tra il primo e la formazione dei secondi. Sibbene l'emersione è avvenuta per un continuo progresso della alluvione nel golfo carnico, aiutata, se così piace ammettere, da un progressivo sollevamento.

Frattanto la formazione tortoniana del Veneto, sebbene manchino ancora quegli studî dettagliati che ponno svelarcene i particolari topografici, ci si presenta come strettamente collegata non solo alla orografia ma anche alla idrografia attuale. La catena delle Alpi già si eleva amplissima tra il bacino carnico ed i bacini della Sava e della Drava; l'altipiano tirolese già stendesi col parziale suo mantello dolomitico, che va scomparendo a nord del bacino Suganeo, il quale poi verso sud è già delimitato da una terra emersa in corrispondenza dei monti d'Asiago anzi dell'intero agro vicentino. I fiumi principali sono già segnati e sboccano rispettivamente in ben delimitati golfi. Al Brenta, al Cordevole ed al Piave è affidato il compito di allontanare l'onda marina dall'area trevigiana; allo Zelline, al Meduna, al Cosa, all'Arzino, al Tagliamento ed al Torre tocca di lottare contro la rapina di quel preludio del mare aquileiese. La fase marina dell'area veneta è finita; spunta l'êra continentale, che pur doveva noverare tanto svariati fenomeni. E di un primo, lunghissimo periodo di quest'êra, che tuttora prosegue, rimane a testimonio la potente alluvione sarmatica o del pliocene antico, della quale tratterò nel capitolo seguente.

CAPITOLO XVII.

Alluvione del Pliocene antico o Messiniano.

Scarso oltremodo è il numero dei dati paleontologici, che io potrei addurre a giustificazione di questo mio riferimento di una formazione di cui ho ripetutamente trattato in antecedenti miei scritti (¹) e di cui lo studio così nel Veneto come nell'Apennino settentrionale fu tra le cagioni che mi misero in forte opposizione colle idee annunciate dal mio illustre e riverito maestro circa la persistenza del mare padano in epoca quaternaria. Abbiamo in fatti le breccie ossifere del Serbaro, in provincia veronese, presso Romagnano, con elefanti e rinoceronti; ma le specie vi sono mal definite. Abbiamo i pochi denti di *Rhinoceros arvenense* i quali furono illustrati in pregevolissimo lavoro dal sig. De Zigno e raccolti in vicinanza di Soligo e di Castel

(¹) T. Taramelli, *Dell'esistenza di un alluvione postglaciale nel versante meridionale delle Alpi* ecc. Atti del r. Ist. veneto di sc. lett. ed arti. Serie III, Vol. XVI, 1870; *Monografia dei terreni alluvionali e morenici del Friuli.* Udine, 1875; *Catalogo ragionato delle rocce del Friuli.* 1877; *Del Ferretto della Brianza.* Atti della Soc. ital. di sc. nat. Milano, 1877.

Cordignano ([1]); e questi, se non sono provenienti da strati miocenici, attestano la spettanza dei conglomerati ad un piano non più recente del pliocene inferiore, coevo colla fauna antica della val d' Arno. Abbiamo gli ancor più incerti ricordi che si rinvenissero ossami di mammiferi, dati da Del-Rio, dal Catullo, dal Lioy. Ma sono come lettere sparse di un carattere scomposto. La questione si riduce ad essere almeno pel momento tutta stratigrafica e litologica. Eppure, anche come tale essa non manca di sicurezza e di interesse.

Stratigraficamente ci si presenta una potente formazione alluvionale, con alcuni bacini palustri, attestati da ligniti, come presso Caneva, a Budoia di Sacile, a Ragogna ed al colle S. Rocco presso Osoppo. Qualche grosso *Helix* fu trovato nelle marne comprese tra i conglomerati presso Maser e presso Vallegher di Caneva, e numerosi avanzi di bitinie, di ciclostomi, di anodonte, di limnei riempiono i letti del deposito lignitico di Ragogna. I conglomerati a Ragogna, ad Osoppo, a Lestans ed a Solimbergo, lungo la catena dei colli di Aviano e di Polcenigo, e più ancora nei colli appena sopraCollalto e Conegliano, al colle del Bosco Montello ed ai colli di Asolo e di Maser misurano la potenza di almeno 150 metri. Dentro alle valli abbiamo poi un enorme sviluppo di conglomerati calcari, superiormente agli accennati depositi marini tortoniani della Val Sugana; abbiamo le vastissime alluvioni, cementate, spostate ed erose già prima che scendessero i ghiacciai quaternarî, al passo di S. Pellegrino dalla valle di Travignolo in valle di Canale nell' Agordino, nel bacino di Pieve di Cadore, presso Auronzo lungo il rio Diebba, nel Comelico sopra Padola, nella valle di Belluno presso Cadola, lungo il corso dell'Ardo, nell' altipiano di Sitran a nord del lago di S. Croce; abbiamo i lembi di conglomerato nella valle dell'Astico presso Arsiero, nella valle d'Assa tra Roana e Cànove, nella valle del Brenta sopra Solagna; e nella valle del Tagliamento, la estesissima formazione alluvionale terziaria del castello di Osoppo, di Cesclans, Invillino, Socchieve, Ampezzo carnico e del passo di Vignarosa; nei confluenti del Tagliamento, i lembi interessantissimi di Priola, di Ligosullo, di Paularo, di Dierico, di Illeggio, di Moggio e di Uggovitz, nell' alta valle del Fella. Sulle selle più elevate abbiamo lembi di alluvioni, accennanti a mio avviso al passaggio per di là di correnti, che poi furono deviate pel progressivo ampliarsi ed approfondirsi delle valli ove la erosione era agevolata da prevalente massa di acque e da minore tenacità delle formazioni ([2]). Ognuno di tali lembi è una storia intera nello studio interessantissimo del come venne plasmata la orografia attuale. Io non farò che nominarli, ricordando come cotali lembi esistano presso le selle: di Venchiaredo da Forni in val di Viellia, di monte Resto da Forni a Tramonti, di monte Valcalda da Tramonti a Forni di Sotto, di Verzegnis, di Chiampon da Preone a Canal S. Francesco, di Nevè da Raccolana a Raibl; località tutte che ho potuto segnare sulla Carta, che trovasi presso la R. Accademia.

Considerati tutti questi punti nella loro altitudine sui *thalweg* attuali, abbiamo un lento approfondirsi ed un restringimento delle valli per fenomeni, i quali tutti ponno essere più o meno completamente spiegati.

([1]) De-Zigno A., *Intorno ai resti di Mastodonte trovati nel Veneto.* Con tav. Padova, 1870.

([2]) Di questo argomento trattai nel mio *Catalogo ragionato delle rocce del Friuli*; ed in una lettura fatta al ritrovo degli alpinisti nel 1879 in Perugia, che non fu ancora pubblicata.

Litologicamente questa alluvione terziaria ha un interesse assai grande e che sino ad ora venne trascurato. Debbo confessare che nemmeno io vi ho posto mente in sulle prime, avendo durato fatica a sceverare i fatti che direttamente accennano alla composizione litologica di queste alluvioni, dagli altri fatti che si collegano alla avvenuta dispersione dei materiali alpini per opera dei ghiacciai quaternarî. Troviamo, a cagion d'esempio, nei conglomerati del colle d'Asolo abbastanza frequenti i ciottoli di un granito ricco di mica, assai decomposto; con qualche ciottolo di porfido quarzoso, che come il granito proviene per lo meno dalla Val Sugana. Nel conglomerato di Montebelluna e del Bosco Montello abbiamo massi voluminosi di granito; oltre ai molti di porfidi augitici, sicuramente provenienti dal bacino del Piave. I quali fatti, senza portarci a fantasticare in un periodo glaciale all'aurora del pliocene, il quale sarebbe poco conciliabile colla flora e colla orografia di quel tempo, ci fa intravedere una confluenza di correnti per entro o presso allo sbocco delle valli sensibilmente diversa dalla attuale. È una serie di studî nuovi, che si apre a coloro che dopo di me si daranno ad investigare la genesi della attuale conformazione del suolo veneto; ed io non posso che sollevare un piccolo lembo del velo, che tuttora nasconde queste interessanti vicende.

Prescindendo dalla sicura esistenza di questi ciottoli di provenienza molto lontana e di viaggio molto problematico, il carattere prevalente nelle alluvioni terziarie, sieno alternate coi più recenti strati di molasse tortoniane oppure prettamente torrenziali e fluviatili, è il carattere locale; epperò di materiali calcari, elaborati dalla erosione lungo le gole, sui pendii e sulle creste delle prealpi costituite a preferenza di rocce calcari, mesozoiche.

Le brecciole e le puddinghe quarzose dell'eocene e dell'oligocene (di *Rosazzo* e di *Laverda*) ci dicono la abrasione dei lembi giuresi e liasici; le brecce pseudocretacee dell'alta valle del Torre e de' suoi confluenti ci spiegano la mancanza dell'orizzonte ippuritico in tanta estensione delle prealpi friulane; questi elementi calcari e dolomitici, che prevalgono senza confronto ai materiali d'altra natura e di più lontana provenienza nei conglomerati neogenici, ci rappresentano la individuazione delle masse calcari, che attualmente noi ammiriamo dalla pianura e dal mare. Le quali considerazioni faranno persuaso il lettore, che per avventura non fosse geologo, come il campo di questa nostra scienza non sia nè così arido nè così ipotetico come sono soliti a credere taluni.

Se badiamo poi alla posizione tectonica di questo conglomerato sarmatico, anzitutto osservo che ovunque è fortemente spostato. Anche nelle valli, se lo esaminiamo in dettaglio, non lo vediamo mai nella posizione originaria; tuttochè nel complesso formi dei terrazzi o dei lembi di terrazzi più o meno regolari. Al perimetro della depressione adriatica, ai colli di Grado, di Romano, di S. Michele, di Asolo e Maser, al B. Montello, nei colli di Conegliano esso non solo è sollevato, ma accenna ad aver assunto delle curve più o meno ampie. In generale prevale la inclinazione sud-est sino al Piave; la inclinazione sud-est-est nelle falde orientali del monte Cavallo; poi di nuovo a sud-est nella zona da Cavasso ad Osoppo. Le sporgenze di questo conglomerato dalle alluvioni quaternarie della pianura friulana a Variano, a Campoformido, a Nogaredo, a Pozzuolo ed a Udine, sembrano accennare, per quel poco

che si può vedere, ad una inclinazione sud-ovest. In generale dimostrano uno sprofondamento nel senso dell'asse maggiore del golfo di Venezia. Questo sprofondamento portò la scomparsa di una vasta regione, che in epoca sarmatica esisteva tra le Alpi e l'Apennino e sulla quale arsero gli ultimi incendi dei vulcani euganei.

Quanto rimane di questi vulcani ci dirà quanto lunga fosse quella serie di secoli, che nei colli veneti sono misurati dalla potenza dei conglomerati sarmatici, e forse getterà qualche sprazzo di luce sui fenomeni endogeni che ultimamente scompaginarono l'edificio creato nella serie incomparabilmente più lunga dei periodi di prevalente sommersione. Passiamo adunque in rapida rivista, colla scorta degli ultimi lavori, l'interessantissimo gruppo dei Colli Euganei.

CAPITOLO XVIII.

Succinta descrizione dei Colli Euganei.

I monti Euganei sono tra le regioni le quali più vivamente reclamano un dettagliato rilievo topografico e geologico. Studiati a più riprese da molti sommi geologi, presentano tuttavia delle incertezze indecifrabili quanto alla serie dei fenomeni vulcanici e specialmente sull'epoca nella quale questi hanno avuto principio. Nel presente lavoro, conoscendo io troppo poco la regione, ho dovuto limitarmi a compendiare il molto che fu osservato da altri; ed avvertitamente mi proposi di non approfondire la trattazione di questo capitolo, convinto che occorre uno studio definitivo, completo, per cui non basta nè una sola persona nè l'iniziativa di un privato.

I monti Euganei occupano una superficie elittica, del perimetro di oltre sessanta chilometri, e sono contornati da minori eminenze, che sporgono dalla alluvione postglaciale. Di queste le più rimarchevoli sono: i dossi di Albettone, Lovertino e Lozzo verso ponente, che stabiliscono anche geologicamente il passaggio dagli Euganei ai Berici; i monti Lonzina, monte Merlo, monte Rosso, Montecchia e S. Daniele a tramontana; i colli di Lispida, S. Elena, Monticelli e monte Ricco a levante; i colli di Montebuso, Terralba e di Monselice a mezzogiorno. Il monte Cero, presso Este, è collegato alla massa principale per un affioramento di scaglia. Fosse la regione meno sepolta nelle deiezioni quaternarie dei fiumi veneti e padani, è evidente che questi sparsi rilievi (cui non abbiamo alcun diritto di considerare come isole di un mare pliocenico che forse non esistette su quest'area) si unificherebbero in un vasto ampliamento della base dell'edificio vulcanico e si avrebbe una più completa conoscenza dei rapporti tectonici tra le Alpi e gli Apennini. Ed è pure certo che questi rilievi furono modellati dalla erosione profondissima, esercitatasi sullo spento vulcano dopo la sua ultima emersione dal mare sarmatico (*Tortoniano*), la quale azione, che svisò l'apparenza di un vulcano, fu rilevata perfettamente dallo Spallanzani [1]; egli fu anche il primo a riconoscere la natura vulcanica della regione ed a distinguere quivi le principali varietà delle rocce eruttive, rilevando altresì i più importanti rapporti stratigrafici tra queste e le sedimentari.

[1] L. Spallanzani, *Viaggio nelle due Sicilie* ecc. Capo 20.

Nel centro degli Euganei si innalza il monte Venda (met. 586) e da esso si dipartono tre braccia principali. Uno a nord, che spinge le sue propagini sino a Bastia e Frassenelle, passando pel Bajamonte, monte Pendise, Castelnovo e Teolo per poi formare l'elevato gruppo del monte della Madonna e del monte Grande. Lateralmente ad esso, verso mattina, osservasi un allungato rilievo che parte dal monte Zulon di Luvigliano e spunta dalle alluvioni col monte Bello e col monte Merlo. La diramazione di levante passa per monte Rua, per Cimavalle e per monte Trevisan a nord di Galzignano; poi si espande nel gruppo di monte Alto, monte Oliveto, monte Sieva, monte Nuovo e monte del Cattajo, costituendo la porzione che ora vuolsi la più recente e che per natura delle rocce è certamente la più interessante di tutto il distretto. Il terzo ramo, verso mezzogiorno, si rileva presso Reverella, al monte Lungo, al Sasso Negro ed al monte S. Fidenzio, poi getta una propagine al colle di Montebuso. Da questo sprone medesimo si stacca verso levante il monte Ventolone, che contorna il bacino di Arquà ed a ponente procedono i monti Fasola, Zemola, Rusta, Partizzon e l'accennato monte Cero, sopra Este. Il De Rio ([1]) dà i seguenti dati altimetrici, che riporto, nutrendo però fiducia che quando si tratterà da senno di scegliere una regione per precisi rilievi geologici e geodetici non si dimentichino questi Euganei. L'ultimo lavoro del sig. Rayer, del quale ripeterò più avanti le conclusioni, dimostri se essi furono studiati abbastanza. Le quote sono:

Monte Buso	M. 54	Monte Roverella	M. 375
» Cero	387	» Cingolina	321
Rocca di Monselice	172	Sella tra Rovella e Venda	255
Monte Ricco	349	Monte Venda	586
» Lirpida	76	» Rua	404
Tomba di Petrarca	68	Pendise	306
Monte Calvarina	120	Monte Ruetta	167
Lago d'Arquà	8	» Louzina	217
Monte Ventolone	329	» della Madonna	520
» Sieva	228	» Rosso	175
» Cattajo	88	» Merlo	90
» Orbieto	359	» Frassenelle	40

La varietà dell'aspetto orografico, a volta amenissimo, come nelle adiacenze di Galzignano e d'Arquà, a volta selvaggio come a Pendise e Schivanoja, a Bajamonte ed a Rua, sempre con forte contrasto colle regioni collinesche poco lontane, valsero meritata celebrità a questi colli. Come caratteristici del paesaggio trachitico ponno considerarsi i lembi residui delle correnti, foggiati a cupole ed a dicchi, i quali sporgono dalle zone tufacee e calcari più profondamente erose ed hanno talora la potenza di decine di metri. Scarsa la idrografia, come consegue dalla stessa irregolarità della configurazione orografica. Il principale corso d'acqua solca il versante nord-ovest del monte Venda; altro si raccoglie presso Teolo ed altri presso Galzignano e Luvigliano; moltissimi di breve corso incidono le falde calcari. Il sig. Reyer ([2]) giovandosi anche dello studio delle sorgenti, ammette nella regione vulcanica

([1]) De Rio, *Orittologia euganea.* Padova, 1836.

([2]) D. Eduard Reyer, *Die Euganäen*; *Bau und Geschichte eines Vulcanens.* Wien, 1877.

la conservazione parziale della *anticlinale per dejezione vulcanica*, in analogia a quanto il sig. prof. Scacchi ha dimostrato pel Vulture. L'argomento va ristudiato molto attentamente, anche allo scopo di potere precisare il centro od i centri eruttivi, il principale di questi verrebbe posto verso Torreglia e si sarebbe, secondo i signori Suess e Rayer, abbassato per erosione e per costipamento dei materiali incoerenti che quivi abbondavano. L'andamento delle fratture secondarie rappresentate dai dicchi, è generalmente a nord-ovest, d'onde si può indurre (però molto teoricamente) una frattura principale, diretta a nord-est, parallela al maggior numero delle dislocazioni che avvennero nelle Alpi venete. Però anche questo argomento, per quanto importante, è appena sfiorato dagli autori, che trattano degli Euganei.

Abbiamo preziose notizie, specialmente dovute ai signori De Zigno [1] e Pirona [2], sulle rocce sedimentarie di questo gruppo.

Il calcare giurese affiora alle falde nord-est del monte Partizon ed a nord di Fontanafredda, nonchè presso Rovolone sul fianco settentrionale della briglia, che lega le colline di Frassenelle e di Bastia, al monte Grande, nel qual punto ne fu omessa la indicazione nella Carta del sig. Reyer. È subsaccaroide con vene paonazze e si lavora come pietra di ornamento. Somministrò delle belemniti e si può riferire al Giura medio od oxfordiano. Presso Fontanafredda, lo ricopre una zona di rosso mandorlato, ammonitico del solito kimmeridgiano a *Phylloceras mediterraneum* Neum. e *Phyll. ptycoicum* e coll'*Apthycus lamellosus.* Segue il *biancone*, colla solita apparenza e coi soliti fossili che si raccolgono in Val Nogaredo ed alle Vignole di Boldù, ad oriente di Villa, ove questo terreno non venne avvertito dal sig. Reyer. È discretamente abbondante la *Terebratula diphyoides* d'Orb., che può considerarsi come la forma superstite più analoga alla *diphya*, var. *dilatata* o *Catulloi* di Pictet, abbondano gli *Apthycus Diday, radians* e *Seranonis.* In un calcare grigio soprastante al *biancone* il sig. De Zigno raccolse presso Val Nogaredo gli *Inoceramus Coquandianus* e *concentricus* dell'albiano coll'*Inoceramus cuneiformis* e colla *Sphaerococcites pinnatifidus* del turoniano. L'esistenza delle rudiste, accennata dal chiarissimo nostro geologo nella detta memoria, venne poi dal medesimo posta in dubbio, cosicchè la Creta qui rimane colle medesime sfumature che nel resto del Veneto, sempre in attesa di nuove ricerche.

Il signor Reyer ammette una alternanza e quindi una indubbia contemporaneità della trachite di Fontanafredda coi sedimenti giuresi; e ciò ammette eziandio tra la roccia eruttiva e la *scaglia* che sopra al neocomiano si sviluppa più abbondante in confronto d'ogni altro terreno marino, dalla base degli Euganei sino a circa met. 300. Essa scaglia ha una decisa prevalenza nella porzione meridionale specialmente nelle vicinanze di Arquà; sempre però attraversata da masse di trachite oligoclasica e di roccia sanidino-orniblendica. Quest'ultima, sviluppatissima alle falde est, sud ed ovest di monte Castello, mentre avrebbe fatto la sua comparsa in pieno eocene, sarebbe però anche stata emessa contemporaneamente al deposito della scaglia, non altrimenti

[1] A. De Zigno, *Sulla costituzione geologica dei monti Euganei.* Letta nell'Accademia di Padova nel febbrajo 1861.

[2] A. G. Pirona, *Costituzione geologica dei monti Euganei.* Atti del r. Ist. veneto, Serie 3.ª Vol. XV, 1869, 1870.

di parecchie *colate* di trachite oligoclasica e di trachite quarzifera, che il sig. Reyer sostiene alternata colla roccia cretacea e non insinuata a foggia di filoni-strati. Della quale sua opinione adduce ad argomenti:

1. La presenza di cristallini feldispatici nelle lamine sottili della *scaglia* a contatto colle dette trachiti.

2. La presenza di cristalli (non dice di quali sostanze) nei vacui delle foraminifere, contenute nella detta roccia.

3. La mancanza di esempî di apofisi trachitiche, perdute nella massa sedimentare (i quali filoni troncati dovevano a mio avviso essere assai scarsi nella porzione interna, ora la sola residua, dell'eroso vulcano).

4. L'esistenza tra gli strati della scaglia di un cenerume trachitico e l'essere la scaglia indurita ed impetrita da un *succo indurante* (!) inferiormente piuttosto che al di sopra delle dette colate di trachite.

L'autore spinge la sua idea sino al supporre uno strettissimo legame tra la natura del deposito cretaceo e le eruzioni sottomarine del vulcano, che sarebbe comparso in epoca giurese. Manco di argomenti di fatto da opporre a questa idea, che però mi sembra poco verosimile; potendosi, a mio avviso, spiegare i fatti da cui l'autore trae gli accennati speciosi argomenti in altro modo, fosse pur quello di ammettere una formazione di cristalli anche di silicati entro al calcare per metamorfismo di contatto. Imperocchè avrei una grande difficoltà nel comprendere la conservazione di questi cristalli feldispatici se travolti dalle onde, commisti al deposito cretaceo e lasciati dappoi sotto tante influenze alteratrici. Anzitutto poi amerei constatare i fatti esposti dal sig. Reyer, i quali contrastano evidentemente con quelli avvertiti dagli altri osservatori, non meno diligenti di lui. Infatti il signor Rath trovò e descrisse molti esempî di dicchi e di gruppi di dicchi attraverso la scaglia ed attraverso le rocce eruttive più antiche [1], ma cita *un solo* esempio di filone-strato al molino Schivanoja, che è poi quello stesso esempio che il Merzari-Pencati inviava disegnato al Breislak, cioè presso Fima o Molino di Schivanoja. Descritto minuziosamente il giacimento (p. 481) coi particolari stessi che furono confermati dal signor Pirona, finisce col dire *che rimane a decidersi se la trachite formi una massa intrusiva, oppure (ciò che gli sembra più verosimile) una colata, sulla quale più tardi si depositarono altri strati argillosi.* Notisi però che tali strati furono dal De Zigno dichiarati eocenici, nè altri affermò il contrario. Ad ogni modo è questione tuttora aperta, nè può decidersi con un fatto isolato, quando moltissimi altri portano a credere che la roccia eruttiva più antica degli Euganei sia la *dolerite,* analoga alla roccia basaltica, che è comune nella serie eocenica del Vicentino, e non già alcuna delle moltissime tra loro sfumantesi varietà di trachite. Che la scaglia siasi infranta o dirò meglio sfogliata in taluni casi parallelamente al piano di sua stratificazione, tanto da permettere una profonda insinuazione di roccia eruttiva, a me pure sembra assai probabile; quantunque come dissi a proposito delle idee dei signori Meunier-Chalmas ed Hèbert, non vorrei d'altro lato estendere sino all' abuso

[1] G. v. Rath, *Geognostiche Mittheilungen über di Euganäischen Bergen bei Padua.* Zeitschr d. geol. Gesell., 1864.

questa spiegazione, limitando in troppi stretti confini cronologici l'attività dello spento vulcano.

Ritengo che il sig. Reyer abbia invece colto nel vero quando scostandosi da quello che ammisero gli osservatori precedenti, concesse agli strati dell'eocene inferiore (*Uebergangs-Mergel*) quello sviluppo che osservasi sulla Carta; la quale sua determinazione verrebbe a confermare quella continuità di sommersione tra la Creta e l'eocene che, come abbiamo veduto, sembra sicuramente constatata per tutto il Veneto a ponente del Livenza. Siccome però anche questa è una questione da risolversi, mi limiterò a ricordare come a testimonio della sommersione eocenica di tutta l'area euganea esistano non pochi depositi fossiliferi. E questi sono: alla base, dei calcari arenacei assai chiari, con apparenza della roccia cretacea; più in alto, brecciole nummulitiche del piano di Priabona; e più in alto ancora, delle marne con filliti, limitate a quanto pare al bacino di Teolo. Tra i fossili della prima zona ricorderò quelli determinati dal sig. De Zigno cioè: *Pentacrinites didactylus* d'Orb., *Cardium Vandelli* Zigno, *Pecten euganeus* Zigno, *Pecten glaberrimus* Zigno, *Cerithium lapidum* Lamk., *Sphaeroma Catulli* Zigno, *Corallinites Donatiana* Massal. La brecciola abbonda di *Nummulites complanata* e *Biaritzensis*, di *Orbitoides stellata, O. Fortisii* ed *O. sella* d'Arch. Banchi di calcare nummulitico esistono, oltre che nel bacino di Teolo, anche a ponente ed a levante di Costanza, a levante di Schivanoja, a nord di Castelnuovo, a nord di Val Nogaredo, a ponente di Luvigliano ed a nord di Tramonte. Le marne di Teolo comprendono poi buon numero di filliti, comuni alla flora di Salcedo e di Chiavon.

Presso il monte Sieva si trovarono recentemente dei fossili del piano dei tufi di Sangonini. Come abbiamo già veduto, presso Cornoledo a nord-ovest di Este si rinvenne anche un lembo di marne sarmatiche marine, con *Isocardia subtransversa*; il che dimostra che la regione euganea non era del tutto emersa nel periodo tortoniano. Non può dirsi però dovesse essere un'isola in epoca astiana; anzi per analogia, sino a prova contraria, questa sommersione pliocenica si deve ora escludere.

Ove sono le alluvioni plioceniche? Ove i prodotti della profonda abrasione, che senza dubbio ha subìto il vulcano per ridursi ad uno scheletro? Ove le alluvioni glaciali, terrazzate, che pur dovettero accumularsi alle falde del vulcano, perchè nè quivi nè in alcun altro punto della pianura padana fuvvi mare, almeno nel periodo degli anfiteatri morenici? Ecco un'altra e per me significantissima prova dello abbassamento, subìto dalla regione veneta e quindi dagli Euganei durante le ultime epoche geologiche e forse anche in principio dell'êra storica.

In questo scritto però intendo soltanto di riassumere per sommi capi la serie degli studî fatti sugli Euganei e d'astenermi da ogni giudizio subjettivo. Epperò darò qualche cenno dell'interessantissimo lavoro del sig. Rath [1], veramente esemplare per copia di erudizione e per abbondanza di dati positivi sulla natura e sulla composizione chimica dei materiali eruttati da questi vulcani; al quale lavoro il dotto e cortese scienziato fece seguire la traduzione di una memoria, letta qualche anno prima

[1] G. Rath, *Geognostiche Mittheilungen über die Euganäischen Berge bei Padua.* Zeits. d. d. geol. Gesell. XVI B. 1864, p. 461.

(1861) dal signor barone De-Zigno sulle relazioni stratigrafiche di quella classica contrada.

Esposta una succinta rivista bibliografica e descritta la orografia della regione esaminata, il chiaro geologo tedesco divide le rocce eruttive degli Euganei in doleriti, in varie specie di trachiti ed in perliti e retiniti, che spettano alle trachiti quarzifere (*rioliti* di Richthofen); oltre a conglomerati dipendenti dalle rocce vetrificate ed il tufo doleritico, il quale fa passaggio alle rocce sedimentari.

La dolerite compare in interstrati grossi da pochi pollici a parecchi piedi tra gli strati della scaglia rossa o rosea, oppure in masse più potenti sopra l'argilla eocenica; è basaltizzata globularmente oppure a colonne, quando è in grandi masse a contatto con rocce sedimentari e la direzione dei prismi è perpendicolare al piano di contatto. La dolerite è soventi rilegata da venature di calcedonia od anche amigdaloide, con selce e quarzite; e le amigdale sono parallele tra loro e colle salbande, nel caso di dicchi, come l'autore osservò a Castelnuovo e lo Spallanzani al monte del Donato. Nella prima località la dolerite attraversa il tufo doleritico, quivi assai sviluppato; i dicchi sono evidentissimi alle falde occidentali del monte Pendise; le salbande sono a superficie ondulata ed il calcare, presso la dolerite, è semplicemente indurito per lo spessore di un piede. Tra Luvigliano e Torreglia la dolerite è attraversata da un dicco trachitico di 12 piedi di potenza. Secondo il Rath questa roccia degli Euganei non differisce punto dalla dolerite dei colli Berici; alla quale regione avrebbero assomigliato gli Euganei se non fossero intervenute le eruzioni trachitiche, « fenomeno posteriore al primo sollevamento degli strati marini ed alle eruzioni doleritiche ». Ed aggiunge l'autore che questo è uno dei fatti più importanti nella storia della regione.

Le trachiti si presentano in tre modi differenti; cioè in dossi isolati, in dicchi più o meno verticali ed in masse stratiformi tra le rocce sedimentari. Di quest'ultimo giacimento non cita altro esempio oltre a quello che abbiamo di sopra accennato. Quanto alle masse isolate, osserva che allorquando si può scorgere il loro contatto colle sedimentari queste sembrano ad esse appoggiate, tanto che il Da Rio durò molta fatica nel convincersi di aver erroneamente giudicata l'inferiorità della roccia eruttiva come prova della sua antichità e come argomento che ne escludesse l'origine vulcanica. La scaglia accompagna la trachite sino a 400 metri e l'una roccia e l'altra provarono una fortissima abrasione, alla quale il signor Rath giustamente attribuisce la forma di quelle eminenze, in nessuna delle quali però riscontra gli avanzi di un vero cratere. Accenna però che verso la sommità del Venda convergono i più colossali dicchi del monte Pendise e del monte delle Forche; accennando così all'idea che poi fu svolta più arditamente dal signor Suess, dell'esser quivi esistito il principal centro eruttivo, sconquassato, rovinato e demolito da una straordinaria abrasione. Della quale abrasione il signor Rath non manca d'osservare come non si possa indicare dove mai si adunarono i prodotti; senza però trarne un argomento, che a me sembra molto plausibile, in favore della sommersione post-terziaria, subìta in tutta la regione veneta e che vien dimostrata per le alluvioni dagli scavi fatti a S. Maria Formosa, in Venezia, di cui l'autore stesso riporta un cenno nella nota a pag. 467. Non mancano esempî di filoni trachitici di varia natura, che si intersecano, talora mostrando le

loro salbande rivestite di perlite e di retinite porfiroidi; nonchè di dicchi trachitici attraverso la dolerite, come si osserva lungo la strada nuova da Luvigliano a Galzignano.

Alle trachiti, con sanidino o meno, è comune la basaltizzazione colonnare, in prismi di vario numero di lati, alcune volte raggianti; le trachiti quarzifere sono prevalentemente scistose; rara è la sfaldatura lamellare, come al monte Merlo. Come nelle trachiti delle altre località, sono anche in questa degli Euganei abbastanza frequenti gli interclusi di argilla, di quarzo ametistino, di varî aggregati di minerali e specialmente di anfibolo e di magnetite. L'autore spiega la mancanza di interclusi calcari, per l'azione dell' acido carbonico, che egli suppone aver accompagnato in grande quantità le masse di quelle lave; spiegazione più verosimile di quella che dà degli interclusi di ametista, cui attribuisce ad alterazione della silice esportata dagli strati cretacei. Gli interclusi, o meglio le concrezioni di minerali silicati sono analoghe a quelle che si osservano nei dintorni di Laach e nelle trachiti ungheresi. Si avvertono anche arnioni di trachiti a minuti elementi, più compatte, entro a lave più grossolane, alterate più profondamente.

Quanto alla varietà di queste trachiti, esse sono assai più numerose dei cinquanta e più dossi che ne sono costituiti; ma non aveva tutto il torto il Da Rio nel dirle poco importanti e facientisi l'una all'altra passaggio. Il signor Rath le raccoglie in tre gruppi, nei quali va sempre aumentando il contenuto della silice e tutte le descrive minutamente, accompagnando le sue analisi con assai istruttivi confronti. Questi tre gruppi sono: 1° *Trachiti oligoclasiche* senza sanidino, simili a quelle di Wolkenberg; 2° *Trachiti sanidino-oligoclasiche*, pari a quelle di Drachenfels; 3° *Trachiti rioliti* o *quarzifere*, alle quali si collegano le belle varietà di perliti e di retiniti, che costituiscono le rocce più interessanti della regione. Siccome chi vorrà rinnovare od ampliare gli studî su questo avanzo di vulcano deve immancabilmente far capo alle dettagliate determinazioni dell'egregio geologo, così io mi limito a compendiarne nel quadro seguente i risultati delle analisi chimiche. Quanto all'origine delle rocce perlitiche per pronto raffreddamento, ricordo come questo fatto e le idee dell'autore combinino in parte colla ingegnosa teoria esposta dallo Stoppani nel terzo volume del suo *Corso di geologia*, dalla quale però non verrebbe spiegato il contenuto di acqua assai maggiore in queste che nelle altre lave, raffreddatesi più lentamente. Il monte Sieva e vicinanze, dove maggiormente abbondano le lave vetrificate, rappresenta anche pel signor Rath il campo della più recente attività vulcanica negli Euganei, di cui le lave si espandevano, egli dice, in un mare che sino ad una certa altezza circondava tuttora le falde di quel rilievo. Il signor Rath però si astiene dall'affermare altre relazioni cronologiche tra le trachiti meno quarzifere.

Analisi chimiche delle rocce eruttive dei monti Euganei secondo il v. Rath (1864).

Provenienze	SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	Ca O	Mg O	KO	Na O	Aq e perdite	Quoziente di acidità	Peso specifico (*)
1 *Dolerite* di Teolo	54.10	11.82	13.92	8.79	5.56	0.47	5.01	1.41	0.510	2.812
2 *Trachite oligoclasica* bruna di M. Alto	68.18	13.65	6.69	2.23	0.42	1.73	6.00	0.55	0.289	2.545
3 » » di Zovon	68.52	13.16	5.74	1.64	0.24	3.26	8.02	0.32	0.290	2.593
4 *Trachite nera* di M. Sieva (*Sievite* del Merzari)	62.21	12.49	9.32	3.02	1.30	2.57	7.51	2.79	0.352	2.542
5 *Trachite sanidino-oligoclasica* di M. Rosso	65.31	15.24	5.10	3.33	1.50	4.08	5.31	0.36	0.341	2.609
6 *Riolite* di M. Venda (**)	76.03	13.32	1.74	0.85	0.30	3.83	5.29	0.32	0.222	2.553
7 » tra Luvigliano e Galzignano	74.77	12.26	3.45	0.85	0.21	1.59	5.40	0.32	0.213	2.543
8 *Trachite petroselciosa* violetta di M. Menone	81.49	8.50	2.27	0.71	0.21	2.63	3.67	1.12	0.141	2.355
9 » » bruna di Cattajo	81.60	8.08	2.09	0.47	0.05	1.83	3.45	1.38	0.129	2.433
10 *Perlite* di M. Menone	82.80	7.94	1.05	0.35	tr.	1.85	3.05	3.94	0.117	2.363
11 *Retinite porfiroide* nera simile all'ossidiana, di M. Sieva	71.19	11.86	3.67	0.63	0.37	4.93	4.76	3.39	0.231	2.402
12 Pasta della *retinite* bruna-colofonia di M. Sieva	71.46	14.28	1.40	0.39	0.23	1.88	3.42	6.11	0.220	2.264

(*) Il peso specifico fu determinato a temperature di 18° a 20° cent.

(**) Dal versante sud del monte, presso le rovine della chiesa. — Assomiglia assai alla trachite del M. Baula nel paese di Myrasilsa, in Islanda.

Il mio egregio amico G. A. Pirona esplorò egli pure la regione in discorso e vi fece una assai ricca collezione di rocce, che poi regalò al gabinetto di Storia naturale del r. Istituto tecnico di Udine. Egli, presa conoscenza dei lavori precedenti, espose considerazioni e conclusioni assai assennate, che io riporto.

La mancanza di crateri può spiegarsi così per la degradazione meteorica e marina, come col supporre che essi sieno esistiti in qualche punto invaso dalle alluvioni padane. Negli Euganei la roccia eruttiva più antica è *indubbiamente la dolerite*, che fu eruttata sotto un mare poco profondo e che venne attraversata dai dicchi della più antica trachite *anfibolica*. L'epoca di eruzione dell'*andesite* o trachite nera del monte Sieva rimane incerta; secondo il signor Zsabó sarebbe anzi più antica delle dolerite. Essa fu ad ogni modo eruttata sotto al mare.

Delle trachiti più comuni degli Euganei, la *sanidino-oligoclasica* sarebbe più recente, con interclusi della oligoclasica. L'una e l'altra però eruttate da coni subaerei, si raffreddarono lentamente e costituirono delle isole nell' estuario euganeo del mare miocenico.

Le *rioliti* comparvero più tardi quando la trachite era già solidificata; più antica la quarzifera, che deve aver subìta un' ingente pressione prima di essere ejaculata. I crateri rimasero talora quegli stessi che per la trachite, specialmente nel monte Venda.

Le *rioliti litoidi* sono di eruzione sottomarina e posteriori alle precedenti; così le *perliti* e le *resiniti*. Esse furono le rocce di più recente eruzione. La eruzione sottomarina della *dolerite* accadde in epoca eocenica. Le tenne dietro un sollevamento,

colla eruzione delle rocce andesitiche del monte Sieva. All'epoca della flora del Chiavon, alla quale appartengono le marne a filliti di Teolo, questo sollevamento si arrestò e si risvegliò l'attività vulcanica, subaerea. Senonchè, dopo l'eruzione delle prime rioliti, si sommersero le bocche ignivome e furono eruttate le rocce perlitiche. Finalmente un ultimo sollevamento portò all'asciutto questo edificio nell'epoca dell'ultimo assettamento tectonico delle Alpi, « cessò ogni tumultuosa manifestazione della attività vulcanica. Le correnti e le onde agitate del mare durante l'ultima sommersione spazzarono col loro impeto gli ancor molli depositi terziarî dove non fossero stati al riparo, come nel bacino di Teolo; e la degradazione meteorica quindi compì l'opera della loro distruzione ».

Il signor Suess, che può giudicarsi il più profondo scrutatore dei rapporti tra la stratigrafia alpina e le varie manifestazioni del vulcanismo nelle epoche geologiche e nell'attualità, così conchiude un suo interessantissimo scritto sugli Euganei (¹).

Questo illustre geologo immagina in corrispondenza al Venda un unico grande vulcano, paragonabile per dimensioni all'Etna, attingente il livello delle nevi perpetue e che fosse poscia demolito dalla erosione, secondo il concetto che si era così chiaramente presentato al nostro Spallanzani. I dicchi divergenti a raggi dall'asse (il che pare non sia precisamente il caso dei dicchi delineati dal signor Reyer) e le colate più o meno oblique all'orizzonte, quali tramezzi ed impalcature di materiali più resistenti, formarono l'ossatura, per così dire lo scheletro della montagna, che fu poi dalla erosione messa a nudo. Delle colate rimasero quelle porzioni più o meno lontane dalla bocca del vulcano, quando riposavano sopra più solide basi calcari; essendosi le correnti medesime distrutte ove venne loro meno il sostegno delle più erodibili formazioni incoerenti. La convergenza (alquanto ipotetica) di questi residui di colate accenna ad un centro corrispondente al versante settentrionale del monte Venda. Il gruppo orientale del Sieva, del Cattajo e del monte Nuovo costituisce però un centro separato di eruzione, di epoca più recente. La resinite è generata dalla vetrificazione del tufo. Il prossimo monte delle Croci è porzione di questo cono, formato in alto da breccia resinitica.

I filoni di monte Pendise e della Forchetta conducono sicuramente verso il principale centro del Venda, come fa in parte quello di Rua ed il lungo dosso più elevato del Venda, che è un residuo dell'edificio tufaceo. Il rinomato giacimento di trachite del Molino di Schivanoja è un frammento di colata, intercluso tra frammenti di posteriori filoni. La sezione studiata dal Pirona sopra Galzignano, verso Torreglia, presenta assai bene conservato un pezzo dell'antico cono vulcanico, compenetrato da filoncelli di varie qualità di trachiti.

A conferma di idee dall'autore altra volta esposte e che assai bene si accordano con quelle ancora prima dimostrate dallo Scrope e dallo Stoppani, le rocce sedimentarî *non sono punto sollevate dalle eruttive;* ma gli spostamenti interessano del pari queste e quelle. Alle masse trachitiche eruttate, l'autore concederebbe però il potere di trasportare grossi lembi di *scaglia,* staccandoli dalla massa in posto; come nel caso che si avverte presso Fontanafredda. Di più, all'azione di contatto

(¹) E. Suess, *Der Vulcan Venda.* Sitz. Ber. Ak. Wien, 1875.

attribuisce la conversione in marmo dei calcari giuresi che ho sopra accennato. Alla quale opinione mi oppongo, per avere constatato in molti luoghi della zona dei calcari incarnati un'apparenza in tutto analoga a quella di quei marmi, indipendentemente da ogni contatto con rocce emersorie.

In complesso rimangono dà questo scritto lasciati in bianco i limiti cronologici del vulcanismo eruttivo negli Euganei, nè si dimostra quali fossero i suoi rapporti colle linee tectoniche, segnate dal sollevamento posteocenico e dal posteriore assettamento postmessiniano. Il medesimo sig. Suess fu il primo che abbia emessa l'idea, accettata dal sig. Mojsisovics, sulla sommersione di una vasta area rimasta asciutta nel pliocene tra le Alpi e l'Apennino; già dal 1874 io pure era condotto all'idea stessa, come ne ponno far fede alcune lettere ed uno schizzo di Carta del Veneto in epoca glaciale, mandati allo Stoppani e le mie monografie delle formazioni alluvionali e moreniche del Friuli, scritte in quell'anno. Credo che questa sia una idea che vada coltivata.

Il signor Reyer chiude colle seguenti conchiusioni il suo libro:

« Il mare del Giura superiore ricopriva la pianura dell'Italia settentrionale. Eruzioni sottomarine fecero scaturire delle correnti trachitiche nell'area degli Euganei e quelle si constratificarono coi sedimenti. Le ejaculazioni durarono per tutta l'epoca cretacea. I sedimenti ad esse contemporanei, in causa delle miscele del tufo trachitico, assumono l'aspetto del tufo calcare con la scaglia. In alcuni punti del nostro distretto, queste masse sedimentari formarono una massa continua; altrove si sopraposero a riprese a correnti trachitiche; in generale a quell'epoca sedimenti e trachiti si alternarono senza ordine. — (Sarebbe una buona prova che queste giaciture di trachite sono dicchi o filoni e non colate, come vuole l'autore).

« Il mare, che riposava sopra questo vulcano, aveva una tenue profondità; sul finire del periodo della *scaglia* noi troviamo quindi presso il centro vulcanico dei tufi subaerei. Allora si formò anche un piccolo cono di tufo sporgente dal livello marino, che inviava tutto all'ingiro le sue correnti nel mare, di cui il fondo aveva subìto un ondulato rilievo per l'accumulazione degli antichi sedimenti e delle correnti di lava.

« Il vulcano sottomarino è entrato nella fase subaerea e guadagna sempre in periferia ed in altezza lungo tutta l'area terziaria. I prodotti delle eruzioni divennero sempre più basici, la loro pasta si fece sempre più oscura, l'augite si presentò in quantità rilevante e prevalse insieme coll'oligoclasio per tutta l'epoca eocenica. Passo passo, per processi chimici e mineralogici avvenuti nelle rocce eruttive, anche i tufi nelle aree asciutte si fecero più basici e più bruni. I sedimenti contemporanei, periferici, subordinati alle lave, si fecero più argillosi e vi si frapposero dei banchi di calcare nummulitico. A volta tra questi sedimenti si frapposero i tufi provenienti dal cratere ».

« Correnti di compatte rocce pirosseniche, porfiriche od afanitiche e la andesite anfibolica fluirono nel mare poco profondo. Le ricoprirono tufi ed argille. Tosto fu importata la vita sull'isola novella. Arboscelli e selve sostennero la lotta colle nemiche piogge di cenere, colle rutilanti correnti di lava e colla erosione meteorica. Le loro foglie stanno sotterrate nell'argilla.

« Non continuarono a lungo le lave basiche. Furono elaborati dei magma augitici con sanidino. Una breve oscillazione tra la dolerite, la andesite e la trachite; poi si venne alle trachiti tufacee, riolitiche con sanidino e con quarzo. L'oscuro cono di tufo, che in sullo scorcio di quell'epoca mandò le sue correnti sino alla distanza di 9 chilometri, tornò biancheggiante e si convertì in una vasta area asciutta. Sotto il peso delle nuove dejezioni il centro tufaceo si è gradatamente abbassato.

« Grandiose correnti di rocce feldispatiche, porfiriche, a tinte chiare, circondarono il piede della montagna.

« Si commosse il monte, si spaccò sino alla vetta, vomitò incandescenti correnti di pietra dalla avvenuta spaccatura. Il magma lavico, solidificato nelle fratture radiali, formò i numerosissimi dicchi. Sono questi dicchi, che al presente sporgono dal boscoso centro tufaceo come selvaggi muraglioni, indicando che colà appunto era l' antico cratere. Le correnti furono ridotte alla forma di quelle cupole, che danno il carattere al passaggio attuale.

« Seguirono poco potenti correnti di trachiti felsitiche, riolitiche, vetrificate. Si mescolarono queste varietà di rocce coi travolti frammenti delle rocce più antiche; si formarono dei tufi fangosi, che furono del pari vetrificati. L'azione vetrificante di queste giovani trachiti fu ancora maggiore al contatto delle andesiti e dei basalti.

« Ai magma augitici si aggiunsero speciali rocce, assai ricche di anfibolo e di biotite. Le ultime eruzioni sono quelle del monte Sieva, accompagnate da correnti di conglomerati vulcanici e da magma vetrificati e vetrificanti.

« Il vulcano è spento, la sua massa diminuisce e l'erosione dispiega il suo dominio. La vetta è demolita e le frane si stendono lontane nel mare ([1]), i rigagnoli diventano gole, valli; i dicchi sporgono dalla erodibile regione dei tufi, le correnti sono ridotte a cupole. Soltanto l' abbondante vegetazione che ricopre lo spento vulcano rallenta il lavorio di demolizione esercitato dalle meteore.

« Tuttavia il mare poco profondo lambiva il deformato distretto vulcanico. Il clima si fece più mite; seguì un' epoca di freddo. Foreste di conifere coprirono l'isola e si estesero all'imbasso sino al mare. Robuste foreste crescevano del pari nelle bassure paludose degli Euganei meridionali; quivi si stabilivano talune popolazioni di abitatori di palafitte (e qui mi pare che l'autore salti di pie' pari un bel tratto di tempo ed un bel numero di fatti di geologia continentale).

« Il mare si ritirò lentamente da tutto il distretto. Sulla giovane pianura, che si allargò intorno agli Euganei compajono sorgenti calde, silicifere, calcari, come ultimo ricordo della vulcanica attività di questa regione. Il clima si fece di nuovo più caldo ([2]).

([1]) Sarebbe stato interessante che l'autore avesse procurato di precisare le sue idee a proposito di questo mare e ci avesse detto sin dove poteva estendersi nell' area veneta.

([2]) Le idee, svolte e sostenute con molta dottrina in questi ultimi anni dallo Stoppani e compendiate nel suo recente volume: *L' Italia nell' èra neozoica*, sono in aperta contradizione con questo modo di giudicare i cambiamenti climatologici intervenuti dopo l' epoca terziaria. Lo scrivente, sebbene dissenta dal signor Stoppani a proposito dell'esistenza di un mare glaciale ai piedi delle Alpi, trova però molto verosimile l' idea del suo maestro circa al carattere ed alle cause del clima quaternario.

« I limiti della vegetazione delle conifere si spostarono nuovamente nelle Alpi. Querce e castagni si sostituirono alle conifere e si stabilirono nella regione popolazioni sempre più colte.

« Ora le colline colle loro boscaglie, coi loro ristretti coltivi, colle case, coi vigneti si ergono dal molto più fertile piano. Alcuni abeti circondano tuttora il convento di Rua. Nei giorni sereni di là si vede Venezia. Là sta il mare che in un tempo non molto lontano circondava l'isola Euganea ».

Le idee svolte nel precedente capitolo giustificano se non posso a priori associarmi alla maggior parte delle asserzioni, contenute in questo quadro, al quale certamente non vorrò negare il brio giovanile, che rileva un ingegno non comune. In ultima analisi, quando arsero gli Euganei? Quando furono demoliti? Quale fu in realtà la successione delle eruzioni, quanto alla natura delle lave? Quali i rapporti col vulcanismo italico e specialmente cogli altri coni trachitici della Toscana e dell'Agro romano. Ecco delle domande alle quali, almeno a me, sembra che non sia data ancora una risposta definitiva e che giustificano il mio desiderio che si scelga la regione degli Euganei come il campo di un rilievo geologico, da farsi con tutte le risorse che può trovare la geologia nella mineralogia, nella chimica e nella topografia.

Come appendice alla memoria sullodata sugli Euganei, il signor Rath assai giustamente fa seguire una raccolta di dati sulle acque minerali e termali, così rinomate e copiose in quell'antica regione vulcanica; esse infatti scaturiscono dalle profondità dove perdura un residuo del già sì potente lavorio endogeno. Le principali sono distribuite al contorno orientale e meridionale dei colli e sono: Abano, monte Ortone, Montegrotto, S. Pietro Montagnone, S. Elena, S. Bartolomeo, La Costa d'Arquà, Calaona. La temperatura delle fonti numerose di Abano varia da 80° a 70° e sono assai calcarifere, il che non toglie che entro vi sia in gran numero il *Turbo thermalis*; quelle di monte Ortone (Acqua della Vergine) hanno temperatura di circa 26°; la fonte di Monte grotto, ricchissima, poco meno calda di quella di Abano (78°) e prossima alle altre di Casa Nuova, che sgorga ai piedi di un dosso trachitico, il monte Bartolone, con una temperatura oscillante da 50° a 70°. Le fonti di S. Pietro Montagnone sgorgano dalla scaglia rossigna, con una temperatura di 62° a 70°. Meno calde sono le fonti di S. Bartolomeo, Costa d'Arquà e Calaona. Tracce di fonti termali ed acque assai calcarifere si osservano in molti altri punti della regione ed anche a Barbarano, alle falde orientali dei colli Berici. Dalle analisi chimiche risulta che queste sorgenti degli Euganei contengono da 25 a 66 diecimillesimi di sostanze solide, specialmente cloruro di sodio, solfato di calce e cloruro di magnesio.

CAPITOLO XIX.

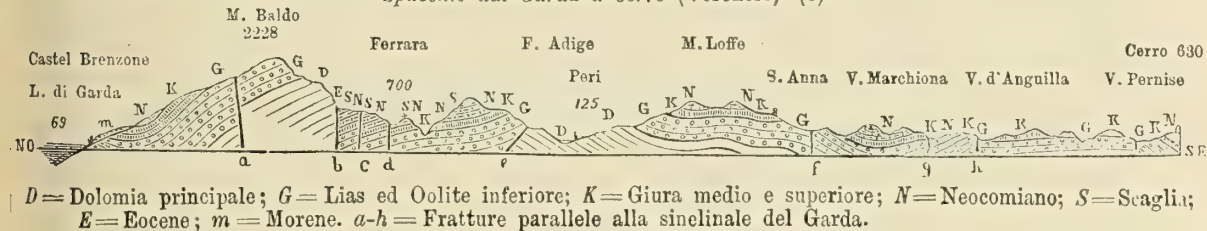
Principali condizioni tectoniche nell'area esaminata.

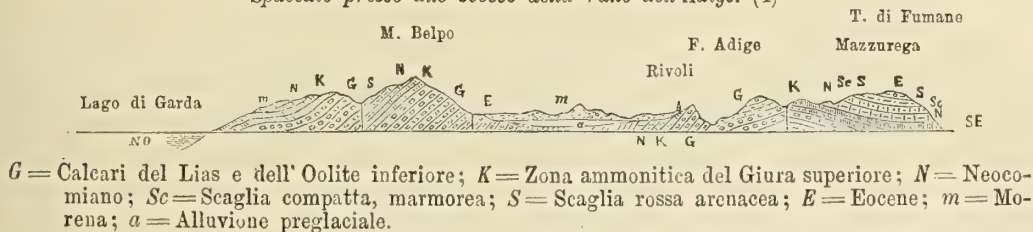
Colla scorta dei seguenti spaccati, in scala alquanto più grande di quella in cui ho potuto stampare la Carta annessa al presente volume, riuscirà meno malagevole a me di esporre ed al lettore di intendere le principali relazioni stratigrafiche delle

masse, che vennero dal sollevamento posteocenico variamente sollevate, contorte ed infrante; sotto l'influsso di quelle forze, per cui risultava corrugata in questo tratto la superficie del nostro pianeta. I tratti fondamentali di questa disposizione tectonica furono per tempo rilevati dai geologi, in specie le fratture Schio-Vicenza ed Agordo-Comelico e gli allineamenti stratigrafici comparvero evidenti per la direzione delle formazioni nelle montagne e nelle colline tra l'Astico e il Tagliamento. Per più minuti dettagli riguardo alla regione orientale, che io conosco più da vicino, il lettore può prendere conoscenza del più volte ricordato e pregevolissimo lavoro del sig. Mojsisovics e dei miei scritti sul Bellunese e sul Friuli; per la regione a ponente del Brenta, convien metter capo agli scritti del signor Suess ed ai recenti lavori del signor Molon sui colli Berici e del signor Nicolis sul Veronese.

Movendo dalle sponde dal Garda, troviamo anzi tutto la vôlta del Baldo, laterale alla ruga assai grandiosa e complicata, alla quale il lago deve la sua prima cagione. Alcune fratture lungo il versante orientale permettono il più rapido sollevarsi dei terreni profondi; mentre una frattura assai continua verso oriente fa sì che questi si justapongano a considerevole altezza colle rocce cretacee ed eoceniche, formanti la comba di Ferrara. Ancora più a levante taluni inclinano ad immaginare una frattura in corrispondenza al corso del fiume Adige e se tale frattura esiste, fu una rottura di anteclinale, di poco momento per la posizione relativa delle masse infrante. Sono invece assai importanti le curve secondarie a ponente del monte Belpo e quello svasarsi della comba di Ferrara nella depressione di Caprino, a guisa di una piega che confluisca nella maggiore ruga del Garda, come appare dai due spaccati seguenti:

Spaccato dal Garda a Cerro (Veronese). (3)

D = Dolomia principale; G = Lias ed Oolite inferiore; K = Giura medio e superiore; N = Neocomiano; S = Scaglia; E = Eocene; m = Morene. a-h = Fratture parallele alla sinclinale del Garda.

Spaccato presso allo sbocco della Valle dell'Adige. (4)

G = Calcari del Lias e dell' Oolite inferiore; K = Zona ammonitica del Giura superiore; N = Neocomiano; Sc = Scaglia compatta, marmorea; S = Scaglia rossa arenacea; E = Eocene; m = Morena; a = Alluvione preglaciale.

Ad oriente dell'Adige la direzione dei suesposti spaccati non può mostrare altro se non le secondarie fratture, intervenute letteralmente alla grande volta lessina; ma esaminando le serie da nord a sud, si osservano contorsioni assai rapide così presso alla vetta della catena come alle falde veronesi; in specie presso allo sbocco di Val Fumane, dove il ginocchio è accompagnato da rottura con affioramento delle formazioni più profonde. Inoltre al Corno d'Aquiglio ed alla Cima della Posta gli

strati, inclinatissimi ed accartocciati, dimostrano la grandiosità delle masse abrase e ricordano assai bene l'arricciamento delle rocce analoghe dell'Albenza e dei Corni di Canzo, in Lombardia. Può darsi che la scontinuità delle masse abbia determinato una prima direzione delle valli; prevale però sempre l'azione erosiva; forse quella stessa divergenza irradiante di esse valli, che si osserva nel Veronese e nel Vicentino sino alla linea Schio-Vicenza, non è altro se non la naturale conseguenza della originaria conformazione a cupola di quel grande rilievo laterale alla ruga del Garda. Senonchè, accostandoci all'affioramento di rocce antiche nel circo di Recoaro, la disposizione delle formazioni si fa più mossa ed interviene una evidente frattura in corrispondenza dell'alta valle di Chiampo, a levante di Langri di Crespadoro. Ancora più davicino, il circo recoarese è delimitato dalle fratture trasversali che attraversano la valle dell'Agno e portano in alto le formazioni trisiche di Fongara, a lato dei calcari retici e giuresi.

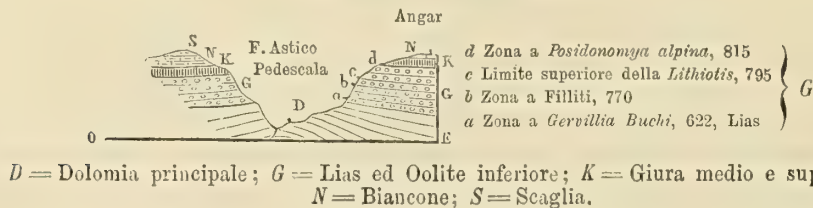
Spaccato del Bacino Recoarese e della regione a ponente di esso. (5)

Q = Talcoscisto quarzifero; *g* = Arenaria di Gardena; *V* = Arenarie variegate; *M* = Muschelkalk; *Wt* = Porfidi augitici e tufi di Wengen; *DC* = Dolomia di S. Cassiano?; *D* = Dolomia principale; *G* = Lias ed Oolite inferiore; *K* = Giura medio e superiore; *N* = Biancone; *S* = Scaglia; *E* = Eocene.

Come il bacino di Recoaro, così quelli del Leogra, di Val Posina e del Tretto corrispondono a vôlte secondarie, abrase; la zona di rocce antiche, passante dietro al Monsummano, rappresenta probabilmente la ruga principale, perpendicolare alla frattura Schio-Vicenza. Quanto a questa frattura, non è a negarsi essere molto verosimile, non solo che esista, ma che essa abbia uno stretto nesso col vulcanismo euganeo; è una frattura parallela all'andamento delle rughe dinariche e giulie ed alle ondulazioni apenniniche. Quivi si arresta la direzione nord-est delle formazioni mesozoiche e terziarie a ponente del Tagliamento, parallelamente alla quale decorrono le altre fratture Valsugana-Agordo, Belluno-Barcis-Starasella e Bassano-Serravalle, causate dallo stretto corrugamento delle formazioni mesozoiche e terziarie sotto la pressione della massa delle Alpi retiche orientali.

Lungo la valle del fiume Astico non si rilevano forti disturbi, però la massa occidentale è più sollevata della orientale e la porzione superiore della valle può corrispondere ad una frattura, parallela alla Schio-Vicenza. Nello spaccato seguente ho riprodotto la serie di Pedescala, onde mostrare la posizione del banco liasico a *Gervillia Buchi*, l'estendersi dei calcari a *Lithiotis* e a *Terebratula Rotzoana* sin presso alle rocce oxfordiane; rapporti pei quali inclino a mantenere la oolicità di questi calcari.

Spaccato di Pedescala. (6)

D = Dolomia principale; *G* = Lias ed Oolite inferiore; *K* = Giura medio e superiore; *N* = Biancone; *S* = Scaglia.

La disposizione stratigrafica della massa formante l'altipiano di Asiago venne per tempo rilevata dal signor De Zigno; più recentemente i geologi austriaci fecero rimarcare i forti ginocchi che essa, in analogia a quanto avviene pei Lessini, presenta tanto nella porzione più alta quanto presso alle falde terziarie. Osservando l'andamento degli strati giuresi presso Roana e lungo la valle d'Assa è facile persuadersi della complicazione di queste curvature secondarie. Lo spaccato 7° mostra l'andamento generale delle masse e la presenza dei dicchi di dolerite, che esistono di fatto in molti punti di quell'altipiano calcare.

Spaccato dell'Altipiano di Asiago. (7)

olomia principale a *T. solitarius*; G = Lias ed Oolite inferiore; K = Oxfordiano, kimmeridgiano. titoniano; N = Biancone; S = Scaglia ossa: E = Eocene; b = Basalto; mi = Strati di Schio. — a = Ginocchio, che si avverte presso al limite sud delle Prealpi Venete.

Osserverò col signor Suess (¹) come al limite meridionale di questa sinclinale dei Sette Comuni, da lui giustamente detta *a forma di barile*, gli strati si presentino sempre inclinatissimi, ed in valle di Laverda anche arrovesciati; accennando a fratture secondarie, perpendicolari alla direzione. Non divido però l'opinione dell'illustre geologo, allorchè negli sconcerti tectonici che si avvertono in prossimità al seno orografico di Schio egli crede ravvisare le prove che colà esistesse un campo di abbassamento; la quale opinione è seguìta anche dal signor Molon. Parmi che quivi esista semplicemente una piega più pronunciata delle pieghe attigue; una specie di sinclinale del Garda, una incomparabilmente più limitata. Ed in questo mio giudizio concorre a confermarmi la presenza degli strati aquitaniani in queste due conche e nella bassura tra le prealpi vicentine ed i Berici, al pari che nelle grandi sinclinali della Valsugana e del bacino bellunese; al pari che nel seno friulano, dove venivano ad incontrarsi le due direzioni di corrugamento delle Alpi Venete e delle Istro-dinariche. È evidente che questo mio apprezzamento riposa sulla convinzione che gli strati aquitaniani sieno poco meno sollevati e tormentati che gli strati eocenici.

A settentrione di questo altipiano ondulato di Asiago decorre per lungo tratto la grande frattura della Val Sugana, la quale è certamente il fatto più sicuro e più importante nella tectonica delle Alpi a levante del Garda. Lo spaccato 8°, che ho preso in sito nell'ottobre del 1880, è opportunissimo per mostrare come in realtà questa frattura si decomponga in tre piani di scorrimento e come variamente si dispongano le masse intermedie di monte Zaccon e monte Armentara. Anche qui il dicco di basalto indicato esiste di fatto alla Porta di Manasso e la serie interessantissima e completa di val di Sella, sino agli strati aquitaniani, fu pure da me constatata. Nel vederla così ridotta quivi come a nord di Borgo pensava se mai questi secondarî contorcimenti e spostamenti non potessero corrispondere a quelle porzioni

(¹) E. Suess, *Die Entstehung der Alpen*. Wien, 1875.

della massa contorta e sollevata, dove la potenza delle formazioni fosse per avventura minore in confronto che nelle porzioni circostanti.

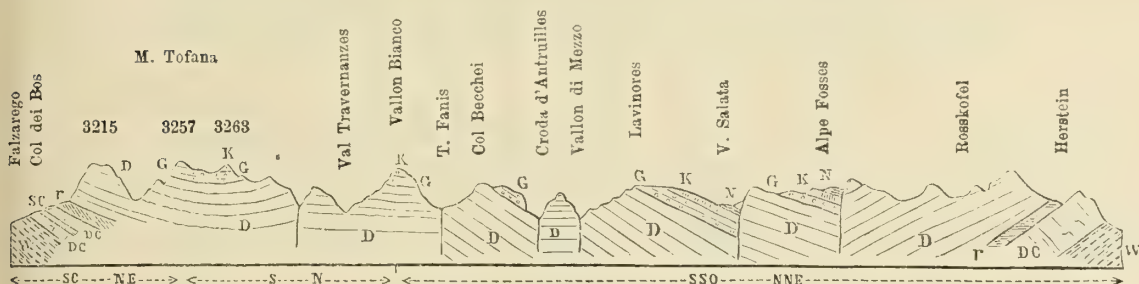
Spaccato della Val di Sella. (8)

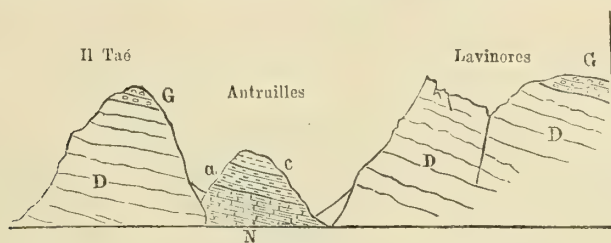
Q = Scisti argillo-talcosi, quarziferi; *P* = Porfidi quarzosi; *g* = Arenaria di V. Gardena; *B* = Dolomia cariata gessifera, permiana; *V* = Arenarie variegate e lumachella ad *Holopella gracilior*; *M* = Muschelhalk inferiore; *DM* e *DW* = Dolomie infraraibiliane; *r* = Calcari marnosi dolomitici; *D* = Dolomia principale; *G* = Lias e Giura inferiore; *K* = Giura medio e superiore; *N* = Neocomiano; *S* = Scaglia rossa; *E* = Nummulitico; *mi* = Strati di Schio; *m* = Morene antiche; *b* = Basalto. — *a*, *b*, *c* = Rami della frattura valsugana.

A settentrione dell'ampio bacino della Val Sugana la massa granitica ha molto contribuito a determinare contorcimenti e fratture nella massa cristallina, dalla quale era involta e colla quale veniva compressa. Lo stesso contorno di questa massa granitica e specialmente gli sproni che essa manda attraverso il canal di S. Bovo, accennano a questa assai complicata disposizione, che si può ora appena intravedere. Esistono di fatto filoni porfirici attraverso gli scisti a nord di Roncegno e di Borgo; una frattura con scorrimento rasenta il contatto della massa scistosa col porfido e porta più in alto la massa granitica. Più a sud, il bacino di Borgo presenta una bella ruga secondaria, che contorcendosi mette capo in val di Sella. Anche le masse di conglomerati e molasse tortoniane in Val Coalba ed alle Olle sono fortemente spostate, ma non tanto quanto i sedimenti aquitaniani.

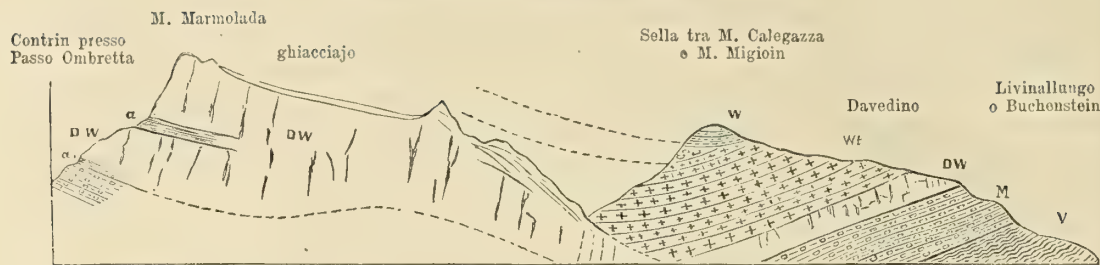
Come mostra la tavola II, può ammettersi che la frattura *Valsugana-Agordo*, attraverso qualche complicazione e suddivisione in corrispondenza al bacino di Zoldo, continui sin presso alle origini del Piave e potrebbe anche avere rapporto con quell'altra frattura a settentrione della Gail, per la quale si incunea tra rocce protozoiche il triangolo mesozoico di Lienz; oppure continuarsi colla frattura dell'alto Tagliamento della quale vedremo in appresso. Tenendo lo sguardo sul bacino del Piave, molto bene si scorge come verso l'estremo settentrionale della detta frattura Val Sugana-Comelico convergano tre altre fratture meno continue ma abbastanza importanti; quella di Wilnöss, che probabilmente prosegue con quella dell'Anziei e di Val di Rin, presso Auronzo; quella dell'Antelao, che si avverte specialmente tra il Boite ed il Piave; quella di Falzarego, che limita a sud la massa del Tofana e giunta a Cortina accompagna il Boite sino ad incontrare la frattura intermedia dell'Antelao. Chi sa quante altre potranno in avvenire rilevarsi; queste però sono sufficientemente constatate e stabiliscono una forte differenza tra il bacino del Piave e quello del Tagliamento, dove le fratture a nord della longitudinale Mauria-Canino sono assai più numerose, più varie nella loro direzione; presentandosi quivi anche un incuneamento assai singolare, che vedremo più avanti. Pel bacino del Piave, sta sempre il piano generale

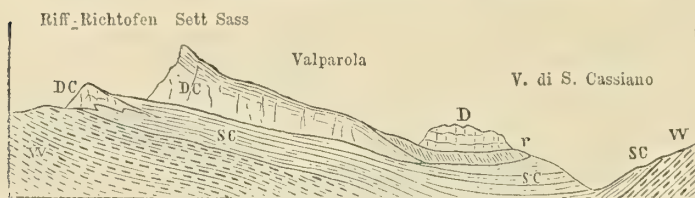
dell'edificio retico, di una massa leggermente ondulata, abbastanza regolarmente infranta, elaborata lentamente dalla erosione; così da rimanerne i capostabili a non molto differenti altitudini. Il seguente spaccato 9°, tolto dall'opera del signor Mojsisovics, dimostra la posizione del lembo giurese così internato nelle Alpi; mentre lo spaccato 10°, riportato dalla stessa fonte, mostra assai bene come i lembi delle zone più recenti, non solo coronino le vette come al Tofana, ma siano alle volte compresi tra le masse più antiche, a guisa di chiavi nelle arcate sconnesse da terremoto.

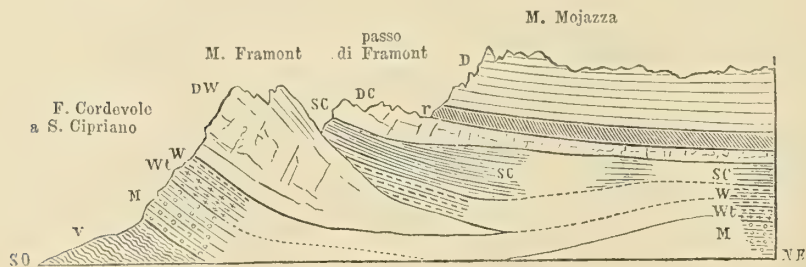
Spaccato attraverso l'altipiano tra Falzarego e Brags (da Mojsisovics). (9)

W = Strati di Wengen; $D. C.$, $S. C$ = Scisti e dolomia di S. Cassiano; r = Strati di Raibl; D = Dolomia principale; G = Lias e Giura inferiore; K = Giura superiore; N = Marne del neocomiano.

Insinuazione di un lembo cretaceo nell'Ampezzano (da Mojsisovics). (10)

D = Dolomia principale; G = Calcari liasici e giuresi; N = Marne del neocomiano; a = Arenarie; c = Conglomerati cretacei.

Oltre alle tre accennate fratture, noteremo: quella rasente il Cordevole da Andraz a Caprile; l'altra tortuosa, che sembra seguire il fiume medesimo sotto a Cencenighe; le fratture secondarie di Vallada e di Valles, a nord ed a sud-ovest della valle di Canale; e quella a nord di Fornesiche nel Zoldiano (V. Tav. II). La struttura della più grandiosa massa di dolomia infraraibliana, la Marmolada, è rappresentata dallo spaccato 11°, esso pure tolto con qualche modificazione dall'opera del signor Mojsisovics, quale bellissimo esempio di equivalenza tra formazioni prossime e diversissime. Considero il banco di conglomerato presso monte Migioin come analogo a quelli compresi nei tufi augitici di Caprile e di Sappada, piuttosto che un prodotto della erosione marina contemporanea alla formazione del *Riff* corallino.

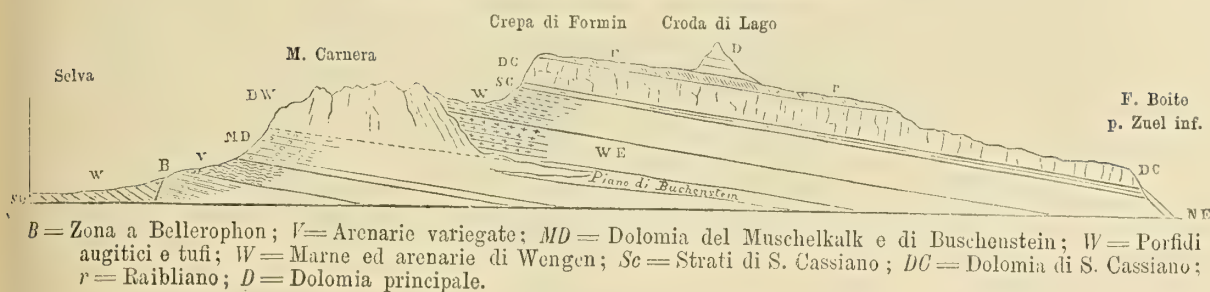
Spaccato del M. Marmolada e dintorni. (11)

V = Arenarie variegate; M = Calcari, dolomie e scisti del Muschelkalk e piano di Buchenstein; DW = Dolomia di Wengen; $a, a_{,}$ = Interstrati di calcare siliceo, scistoso e noduloso; Wt = Porfidi augitici e tufi; W = Arenarie di Werfen.

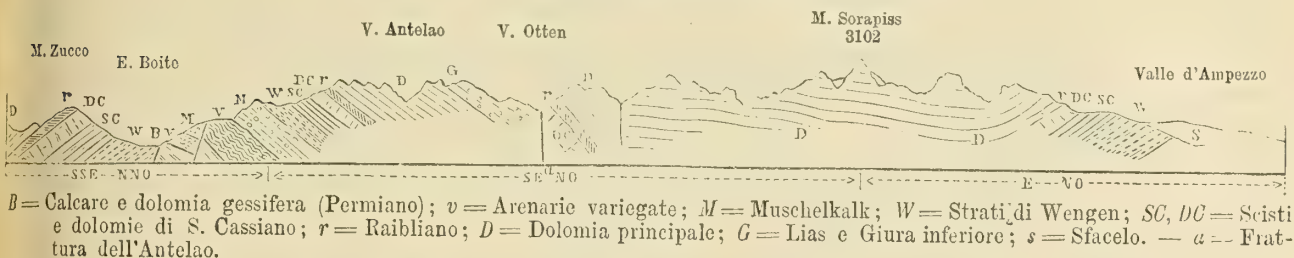
Spaccato nei dintorni di S. Cassiano (da Mojsisovics) (12)

W = Strati di Wengen; $S\ C$ = Strati di S. Cassiano; $D\ C$ = Dolomia di S. Cassiano; r = Strati di Raibl; D = Dolomia principale.

Posizione della Dolomia inferiore de M. Framont. (13)

v = Arenarie variegate; M = Calcari e marne del Muschelkalk; Wt = Tufi e Pietre verdi; W = Arenarie di Wengen; DW = Dolomia di Wengen; SC e DC = Scisti e dolomie di S. Cassiano; r = Arenarie rosse e calcari marnosi di Raibl; D = Dolomia principale.

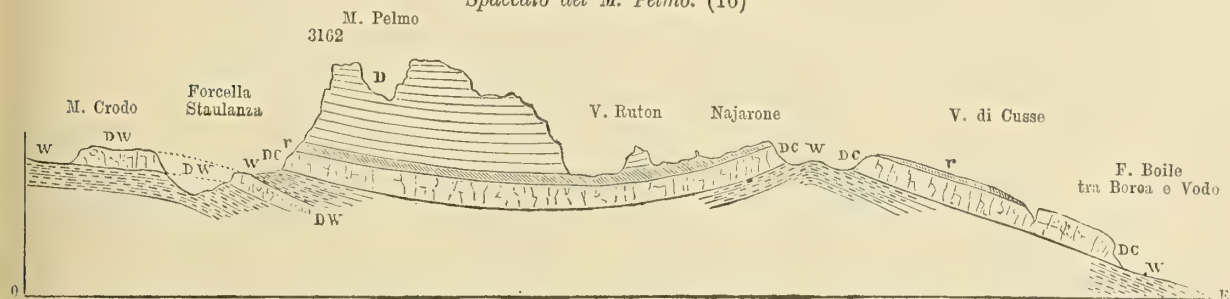
Gli spaccati 12 e 13 meglio precisano l'idea della equivalenza dei tufi e degli scisti di Wengen alle dolomie infraraibliane, le quali vanno sempre più estendendosi quanto più si procede coll'età dei varî piani. Lo spaccato 14° mostra la struttura del monte Carnera e l'importante salto sopra Selva, pel quale vengono le arenarie variegate e la zona a *Bellerophon* a interporsi alle serie di Wengen. È questa la continuazione della frattura Antelao, indicata dalla fig. 15, dove compare anche il decorso della frattura Valsugana-Comelico.

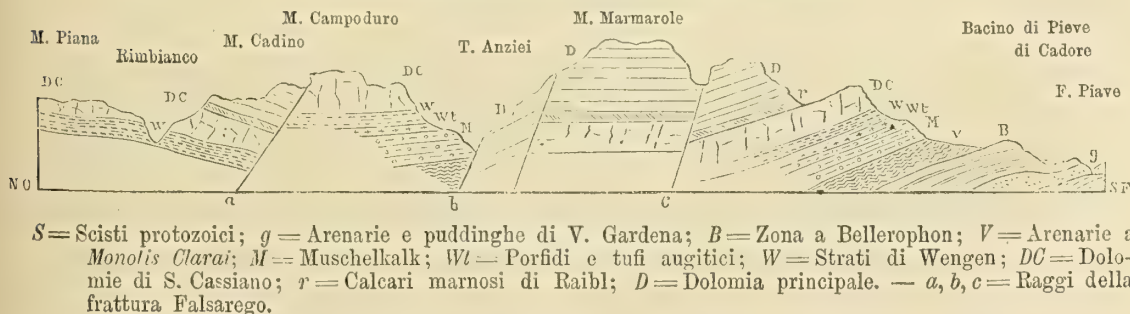
Riff dolomitico del M. Carnera (da Mojsisovics). (14)

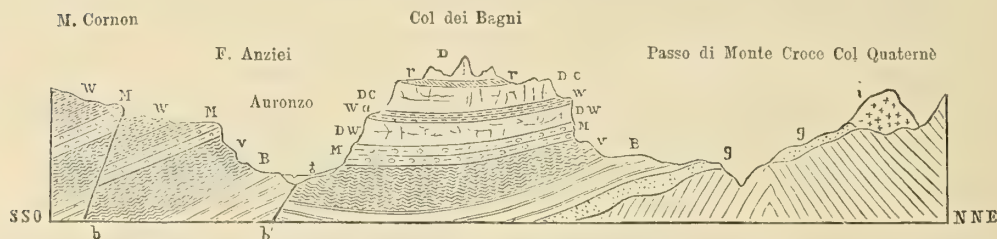
B = Zona a Bellerophon; V = Arenarie variegate; MD = Dolomia del Muschelkalk e di Buschenstein; W = Porfidi augitici e tufi; W = Marne ed arenarie di Wengen; Sc = Strati di S. Cassiano; DC = Dolomia di S. Cassiano; r = Raibliano; D = Dolomia principale.

Spaccato attraverso le masse dell'Antelao e del Sorapiss. (15)

B = Calcare e dolomia gessifera (Permiano); v = Arenarie variegate; M = Muschelkalk; W = Strati di Wengen; SC, DC = Scisti e dolomie di S. Cassiano; r = Raibliano; D = Dolomia principale; G = Lias e Giura inferiore; s = Sfacelo. — a = Frattura dell'Antelao.

In un profilo attraverso il Pelmo (fig. 16) abbiamo un esempio di una massa abbastanza unita di dolomia retica, riposante sopra un letto leggermente incurvato di arenarie e di marne raibliane. Sotto seguono altre masse dolomitiche, di cui la più occidentale corrisponde a quella della valle del Cordevole.

Spaccato del M. Pelmo. (16)

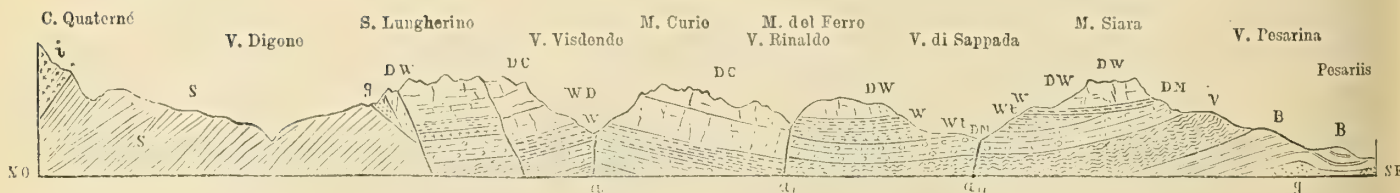
W = Marne ed Arenarie di Wengen, presso DW, con antracite; DW = Dolomia di Wengen; DC = Dolomia di S. Cassiano; r = Marne fossilifere di Raibl; D = Dolomia principale.

Spaccato delle adiacenze di Auronzo (verso ovest). (17)

S = Scisti protozoici; g = Arenarie e puddinghe di V. Gardena; B = Zona a Bellerophon; V = Arenarie a *Monotis Clarai*; M = Muschelkalk; Wt = Porfidi e tufi augitici; W = Strati di Wengen; DC = Dolomie di S. Cassiano; r = Calcari marnosi di Raibl; D = Dolomia principale. — a, b, c = Raggi della frattura Falsarego.

Lo spaccato 17 rappresenta la frattura dell'alta valle dell'Anziei e la conformazione dell'ampio bacino di erosione, che in corrispondenza alle più profonde rocce triasiche ed alle permiane si stende da Lozzo a Valle di Cadore. Mentre lo spaccato 18 presenta quell'altra ampia abrasione delle rocce medesime in corrispondenza

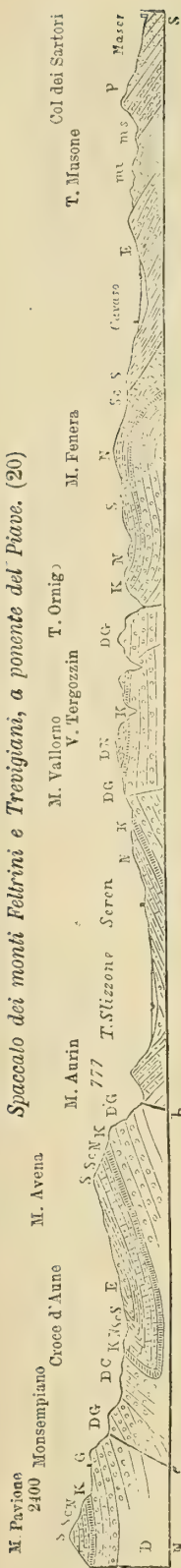
Spaccato dei Monti ad Est di Auronzo. (18)

S = Argilloscisti quarziferi; *i* = Iperite; *g* = puddinghe ed arenarie permiane; *B* = zona a Bellerophon; *V* = Arenarie variegate; *M* = Muschelkalk parzialmente dolomitizzato; *W* e *DW* = Arenarie, tufi e dolomie di Wengen; *a* = Antracite della Grigna; *DC* = Dolomia di S. Cassiano; *r* = Marne e dolomie di Raibl; *D* = Dolomia principale. — *b b'* = Raggi della frattura Falsarego.

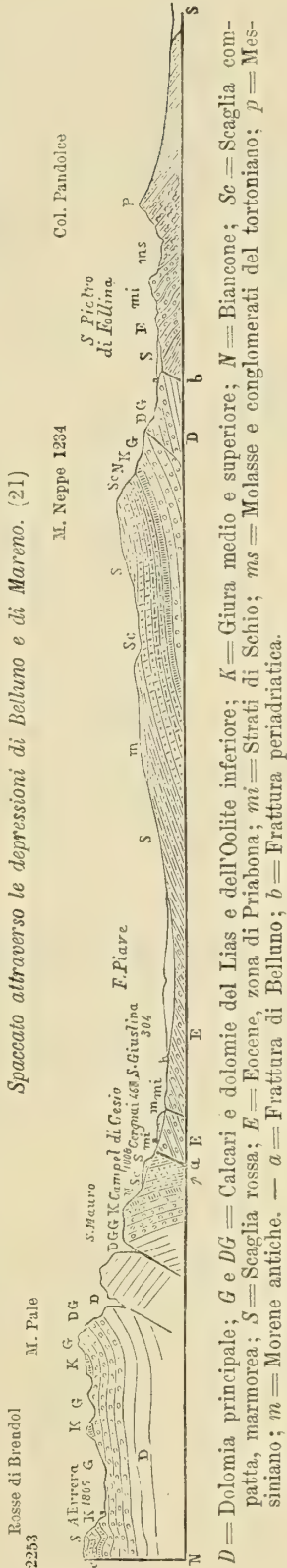
del Comelico ed i rapporti, che al momento mi sembrano più verosimili della massa iperitica del Col Quaternè col piano delle arenarie di Val Gardena.

Movendo più a levante, le masse dolomitiche nelle adiacenze di Sappada sono molto accidentate; una frattura abbastanza evidente corrisponde alla vallecola di rio Rinaldo ed altre fratture attraversano la massa di monte Lungherino, quali scorrimenti secondarî (19).

Spaccato attraverso il Comelico. (19)

i = Iperite ed anfibolite; *S* = Scisti cloritici quarziferi; *g* = Arenarie e puddinge di V. Gardena; *B* = zona a Bellerophon; *M - DM* = Calcari e dolomia del Muschelkalk: *Wt* = Porfidi augitici e tufi; *W* = Strati di Wengen; *DW DC* = Dolomie di Wengen e di S. Cassiano. — $a\ a_{\prime}\ a_{\prime\prime}$ = Raggi della frattura Agordo-Cadore.

Questi spaccati, ai quali avrei potuto aggiungere molti altri che pubblicherò unitamente alla Carta speciale della provincia di Belluno, mi sembrano sufficienti per mostrare la conformazione delle masse mesozoiche a settentrione della frattura Valsugana-Comelico. A sud di questa frattura le formazioni stesse fortemente si incurvano per formare il vallone bellunese, dove poi si osservano curve secondarie; due di queste sono rappresentate dallo sp. 20 e corrispondono alla sella d'Aune ed alla valle d'Arten, entrambe limitate da fratture parallele all'asse di sollevamento.

Spaccato dei monti Feltrini e Trevigiani, a ponente del Piave. (20)

D = Dolomia principale; G e DG = Lias ed Oolite inferiore, di solito dolomitizzati; K = Giura superiore; N e DN = Biancone, talvolta dolomitizzato; Sc = Scaglia compatta e scisti ittiolitici; S = Scaglia rossa; E = Eocene (prevalgono i piani di S. Illarione e di Priabona; mi = Strati di Schio; ms = Molasse e conglomerati del tortoniano; p = Alluvione messiniana. — a b = Rami della frattura che limita a nord il Vallone di Belluno.

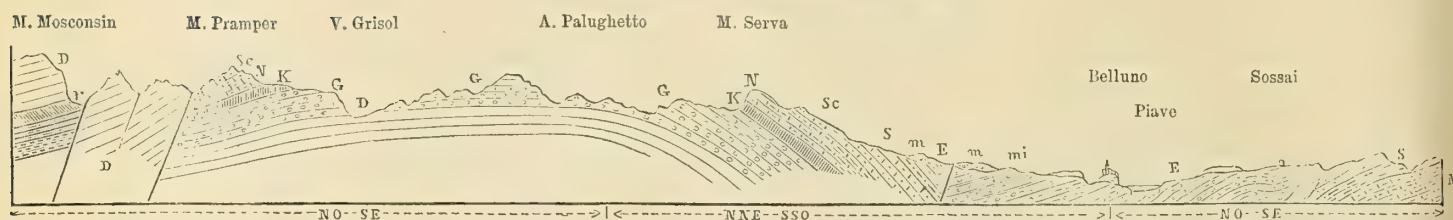
Spaccato attraverso le depressioni di Belluno e di Mareno. (21)

D = Dolomia principale; G e DG = Calcari e dolomie del Lias e dell'Oolite inferiore; K = Giura medio e superiore; N = Biancone; Sc = Scaglia compatta, marmorea; S = Scaglia rossa; E = Eocene, zona di Priabona; mi = Strati di Schio; ms = Molasse e conglomerati del tortoniano; p = Messiniano; m = Morene antiche. — a = Frattura di Belluno; b = Frattura periadriatica.

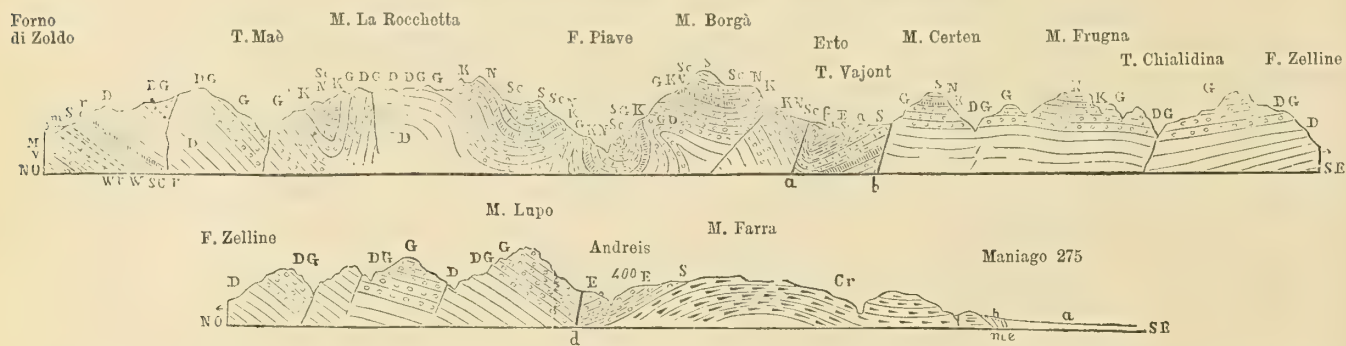
Queste rughe, che si raggruppano all' estremità occidentale del vallone bellunese, sono evidentemente la continuazione delle curve secondarie dell'altipiano di Asiago. Lo stesso spaccato mostra come a sud della ruga d'Arten si incurvi la vôlta del Grappa, che poi si sprofonda nel piano, mostrando quivi la serie più completa per la permanenza dei terreni eocenici e per l'aggiunta dei miocenici e pliocenici.

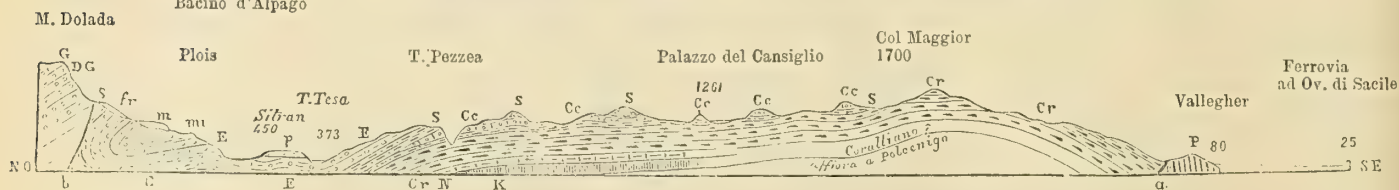
A mostrare poi come il detto vallone di Belluno sia limitato a settentrione da lunga frattura e come più a sud compaia quell'altra frattura che si può distinguere col nome di *Possagno-Moreno*, serve lo spaccato 21, il quale altresì mostra l'esistenza delle formazioni giuresi e liasiche nell' altipiano di Campotorondo, ultimo ricordo di tipo lessino.

Il seguente spaccato 22 mostra poi la conformazione delle accennate curve presso al finire della ruga bellunese; la quale ruga si contorce un poco a sud per formare l'ampio bacino dell'Alpago. A me non parve così netta e così indiscutibile la frattura di S. Croce, che il sig. Hörnes immaginò avere avuto una grande importanza nelle modalità delle scosse sismiche nel 1873. Io non vi trovai che uno sconcerto affatto limitato ai piedi del monte Pascoled, verso S. Croce. A me pare che giunta alle falde del monte Serva, la ruga bellunese si contorca a sud, per poi continuarsi stretta e più accidentata nel Friuli, mediante l'insenatura di rocce eoceniche che accompagnano la frattura Barcis-Starasella. Non mi è riuscito di

accompagnare la frattura bellunese fino a congiungersi con quest'altra friulana; ma è probabile assai che appartengano entrambe allo stesso allineamento (sp. 23 e 24). Il bacino dell'Alpago ripresenta le stesse condizioni del vallone bellunese, essendo però gli strati del miocene inferiore assai più sollevati sopra Chies e Montanes. Inoltre sono assai più sviluppate le masse calcari al livello della scaglia rossa (calcare a conocrini) ed incomincia l'enorme lente del calcare con rudiste e nerinee del monte Cavallo.

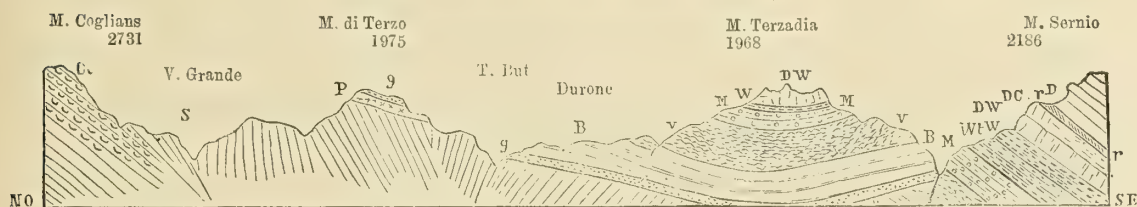
Spaccato dei Monti Pramper e Serva. (22)

r — Calcari marnosi ed Ar. rosse del Raibliano; *D* = Dolomia principale; *G* = Dolomie e Calcari del Lias e dell'Oolite inferiore; *K* = Zona ammonica kimmeridgiana; *N* = Necomiano; *Sc* = Scaglia compatta mandorlata; *S* = Scaglia rossa; *E* = Eocene; *mi* = Strati di Schio; *m* = Morene antiche. — *a* = Frattura della Valsugana; *b* = Frattura di Belluno.

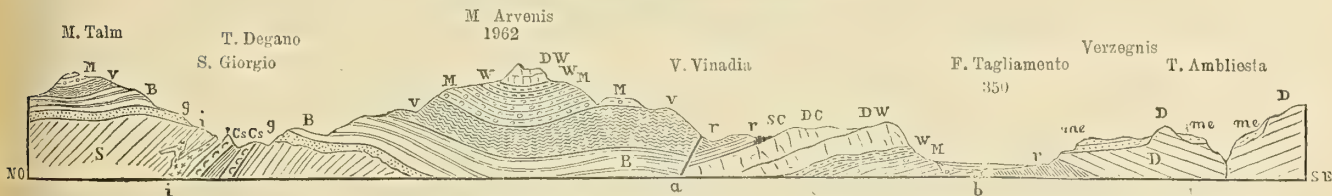
Spaccato dei Monti di Zoldo, Longarone, Erto e Maniago. (23)

D = Dolomia principale; *DG* e *G* = Calcari e dolomie del Lias e dell'Oolite inferiore; *K* = Giura medio e superiore; *N* = Neocomiano; *S* = Scaglia compatta, marmorea; *S* = Scaglia rossa, arenacea; *Cr* = Calcare a rudiste; *E* = Eocene; *mc* = Messiniano; *f* = Frane fossilifere. — *a b* = Insinuazione di un lembo terziario; *d* = Frattura Barcis-Starasella.

Spaccalo del Bacino di Alpago ed Altipiano del Cansiglio. (24)

G e *DG* = Calcari e dolomie del Lias ed Oolite inferiore; *K* = Giura medio e superiore, e *N* = Necomiano, affiorano presso al piano dello spaccato alle falde del Dolada ed al Col Vicentin; *Cr* = Calcare a rudiste; *S* = Scaglia rossa con insinuate alla base le lenti di *Cc*, calcare a Conocrini; *E* = Eocene; *mi* = Strati di Schio; *P* = Conglomerati e marne lignitifere del Messiniano; *p* = Alluvione preglaciale; *m* = Morene; *fr* = Frane. — *a* = Frattura periadriatica; *b* = Frattura di Belluno.

Portandoci ora nel bacino del Tagliamento, vedremo che esso è delimitato a settentrione da una cresta paleozoica ed a sud da una frattura evidentissima. Essa si può chiamare *dell'alto Tagliamento* e presso ad Ampezzo Carnico si decompone in un

ramo che circonda l'incuneamento dei terreni recenti del Trias lungo il tratto inferiore della valle del Degano e poi rimonta la valle del Chiarso; ed in un ramo principale, che urta contro la massa del Canino, forse quivi suddividendosi in due rami, corrispondenti alle valli di Rezia e di Raccolana. Le vette dolomitiche del bacino carnico appartengono alle masse infaraibliane, talora assai antiche; quanto e più forse la massa della Marmolada. Una lingua di rocce mesozoiche dalle origini del Piave presso Sappada si estende sino a levante di Forni Avoltri; ma in complesso le alte valli carniche sono incise nella serie paleozoica, la quale vi si mostra assai completa, come abbiamo visto nei primi capitoli. Il monte di Terzo rappresenta un residuo della formazione porfirica permiana; il Terzadia offre una bella serie triasica, che poi si completa a levante del Chiarso nel bellissimo monte Sernio (sp. 25).

Spaccato attraverso i monti della Carnia. (25)

S = Argilloscisti precarboniferi; Cc = Calcare del Permocarbonifero; P = Porfido quarzoso, permiano; g = Arenarie di V. Gardena; B = Zona a Bellerophon, con gessi; v = Arenarie variegate; M = Muschelkalk; Wt = Tufi augitici e porfidi felsitici; W = Strati di Wengen; DW = Dolomia di Wengen; DC = Dolomia di S. Cassiano; r = Raibliano; D = Dolomia principale; f = Frattura del Chiarsó.

Spaccato del Bacino carnico inferiore. (26)

S = Scisti argillosi quarziferi; i = Iperite; Cs = Banchi di Calcare cereo; g = Arenarie e puddinghe di V. Gardena; B = Zona a Bellerophon; v = Arenarie variegate a *Monotis Claray*; M = Calcari del Muschelkalk; W = Strati di Wengen; DW = Dolomia di Wengen; DC = Dolomia di S. Cassiano; SC = Schisti neri ittiolitici; r = Marne ed arenarie di Raibl; D = Dolomia principale; me = Alluvione terziaria. — a = Frattura del Degano; b = Frattura del Tagliamento.

Le due diramazioni della frattura dell' alto Tagliamento compaiono nello spaccato 26, il quale raffigura la posizione delle iperiti di Comeglians, analoghe a quelle del Col Quaternè; ma qui, a quanto pare, sotto forma di dicchi al contatto degli scisti col calcare protozoico. Potrebbe essere che la frattura dell'alto Tagliamento rappresentasse una diramazione della frattura Valsugana-Comelico. Lo spaccato 27 mostra la posizione della linea di frattura *Barcis-Sterasella*, nella quale invece vedrei la prosecuzione della frattura di Belluno. La prosecuzione della frattura di Mareno sembrami interrotta dalla massa del Cavallo. Presso all'estremo della linea Barcis-Starasella troviamo una delle più elevate quote, alle quali si innalzi l'eocene inferiore, cioè di metri 1642 al monte Matajur, ed anche lungo il decorso della detta linea tra Barcis e Medun, nonchè alla sella dei Foradors (met. 1095), tra il Chiampon ed il Quarnan presso a Gemona, troviamo il terreno eocenico molto più sollevato che nella regione

collinesca del Friuli orientale. Sui margini dunque della detta frattura *Barcis-Starasella* i terreni rimasero più elevati, sprofondandosi invece verso la depressione adriatica. Dal vedere l'aquitaniano arrestarsi al tenue affioramento di Pozzuolo al Cormor, a sud

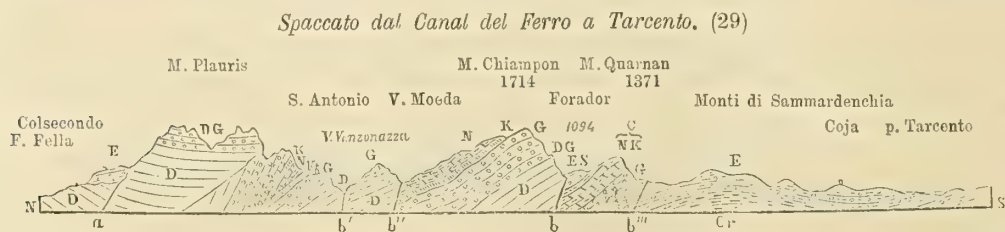
Spaccato attraverso i monti tra il Fella e l'Isonzo. (27)

D = Dolomia principale; *DG* e *G* = Dolomie e calcari del Lias e dell'Oolite inferiore; *K* = Giura superiore; *N* = Neocomiano; *Cv* = Calcare brecciato di Wolzano; *Cr* = Calcare a rudiste; *S* = Scaglia rossa; *E* = Eocene; *m* = Marne e conglomerati. — *a* = Frattura del Tagliamento; *b b'* = Raggi della Frattura Barcis-Starasella.

di Udine, e poi mancare più a mattina, si sarebbe tentati di ritenere emersa sin da quel tempo l'area giulia; ma dal ripresentarsi della formazione stessa nella valle della Sava nasce il dubbio che la mancanza dipenda da semplice abrasione di questo più superficiale tra i terreni, coinvolti nelle grandiose curve stratigrafiche orogenetiche. Ciò non toglie però che esista una vero *hyatus* tra l'eocene e l'aquitaniano; tanto che questo si depositò dopo che il primo terreno, cogli strati oligocenici, era già stato spostato e sollevato. Il problema tuttora insoluto dell'epoca, alla quale si debbono riferire le eruzioni basaltiche dell'area veneta, si connette strettamente a questa questione, che io debbo lasciare aperta per mancanza di sufficienti osservazioni.

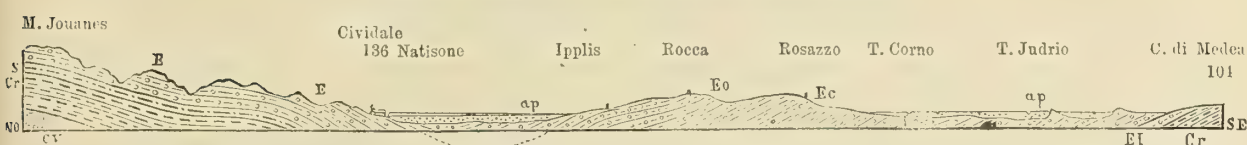
La massa compresa tra la frattura dell'alto Tagliamento e quella Barcis-Starasella, venne compressa, contorta ed infranta come ne mostrano esempî gli spaccati 28, 29.

Spaccato da Villa Santina al Castello di Susans. (28)

D = Dolomia principale; *DG G* = Calcari e dolomie del Lias e dell'Oolite inferiore; *K* = Calcare del Giura superiore; *N* = Necomiano; *ms* = Molasse e conglomerati lignitici del tortoniano; *me* = Conglomerato alluvionale del messiniano. — *a* = Frattura del Tagliamento; *b* = Frattura Barcis-Starasella.

Spaccato dal Canal del Ferro a Tarcento. (29)

D = Dolomia principale; *DG* e *G* = Dolomie e Calcari del Lias e dell'Oolite inferiore; *K* = Giura superiore; *N* = Neocomiano; $C\begin{cases}N\\K\end{cases}$ = Facies corallina a nerinee; *S* = Scaglia rossa; *E* = Eocene. — *a* = Frattura del Tagliamento; *b* = Frattura Barcis-Starasella; *b'*, *b''*, *b'''* = Fratture secondarie.

L'ultimo spaccato (sp. 30) raffigura la sinclinale del Friuli orientale, cui vorrei paragonare in più ampie proporzioni alla conca d'Alpago; stando a sud-est di entrambe vaste masse di calcare cretaceo, annidato entro la formazione della scaglia rossa, e

Spaccato attraverso i colli del Friuli orientale. (30)

C = Calcare brecciato di Wolzano; Gr = Calcare a rudiste; El = Piano liburnico: Ec = Banco corallino del piano di S. G. Illarione; Eo = Piano di Priabona; E = Brecciole e conglomerati eocenici con fossili rimestati. — ap = Alluvione preglaciale, cementata.

presentandosi entrambe al punto d'incontro di un allineamento nord-est con altro nord-ovest, il quale non manca di mostrarsi anche alle falde trevigiane del monte Cavallo, specialmente nei banchi eocenici di Sarmede e di Senego. Sono due sistemi di rughe, che si incontrano e per così dire si urtano; la tortuosa direzione delle valli delle Zelline e dell'Isonzo, all'angolo esterno di questo incontro potrebbe non essere estranea a questo fatto; del pari che la presenza della valle inferiore del Tagliamento, dalla confluenza del Fella sino a Pinzano, proprio all'angolo interno del più orientale di questi incontri di corrugamento sembra accennare a qualche altra secondaria frattura. Confessiamo però che la fantasia giuoca più o meno leggermente in questo campo e sebbene, per quanto essa lavori, non arrivi giammai a rappresentarsi la varietà e la molteplicità dei disturbi stratigrafici, tuttavia essa non manca di essere una assai pericolosa alleata del geologo. Quello che mi sembra risultare dalle condizioni tectoniche delle Alpi venete si è l'idea di una grande morbidezza dalla coltre sedimentare; specialmente delle masse regolarmente stratificate; di guisa che, mentre le fratture secondarie si contano numerose ed esisteranno a milioni (come altrettanti fattori di questa morbidezza di svolgimento delle grandiose curve stratigrafiche), le fratture più estese, più importanti nella tectonica, più strettamente legate alla conformazione orografica, sono come eccezioni o come rari accidenti. Potrebbe essere che queste fratture, oltre al limite di elasticità degli strati in determinati piani, rappresentassero anche l'effetto della presenza di grandiose lenti di rocce tenaci, comprese tra la detta coltre sedimentare; ad esempio, di quella di granito del Cima d'Asta per la frattura Valsugana, al pari di quella dell'Adamello per la frattura Merano-Idro. Il loro andamento ad ogni modo, decorrano esse parallele all'asse principale delle Alpi carniche oppur seguano l'allineamento dinarico, è però sempre determinato da quei grandiosi movimenti di masse, che si operarono nelle porzioni superficiali del nostro pianeta al finire dell'epoca eocenica e dei quali la migliore intuizione, per quanto concerne l'Europa, comparve nel bel libro del Suess, *Die Enstehung der Alpen* (1875). La struttura tectonica delle montagne e delle colline tra il Garda ed il Quarnero conferma assai bene le idee svolte da questo autore, quanto alla direzione delle pressioni d'onde venne il corrugamento delle catene. Sarebbe ora opportuno estendere alla Lombardia analoghe considerazioni, onde più sicuramente spingerci poscia a studiare i

rapporti tra gli allineamenti stratigrafici prealpini e le curve presentate dalle masse più antiche. Limitandomi alle prealpi venete, mi sembra che esse si potrebbero definire come un frammento di Giura, rimasto aderente alla catena alpina.

Consideriamo ora lo schema tectonico esposto nella tavola II, nella quale ho delineato in rosso le fratture ed in turchino gli assi delle pieghe principali, normali e coricate, quali risultarono dal corrugamento progressivo delle formazioni più antiche del tortoniano. La maggior parte di queste pieghe sinclinali sono coricate al punto da presentare le due gambe colla stessa inclinazione, come parzialmente si osserva nella Val Sugana; altre offrono una forte inclinazione ed a luoghi anche arrovesciamento dal lato nord, mentre la gamba meridionale è meno disturbata e debolmente inclinata, come la sinclinale del vallone bellunese; altre infine sono semplicemente inclinate verso il bacino adriatico, come la sinclinale dei terreni eocenici e cretacei nel Friuli orientale. Sempre però accennano ad un movimento di masse in direzioni irradianti da questo bacino adriatico; senza che si possa precisamente affermare il senso di tale movimento, trattandosi di un corrugamento per contrazione. Di talune delle sinclinali, di cui ho tracciato l'asse approssimativo, vedesi soltanto quella gamba che sporge dalle alluvioni. Credo però di non affidarmi troppo alla fantasia supponendo tra il rilievo euganeo ed il rilievo istriano almeno due principali sinclinali; l'una in corrispondenza della insenatura di Schio e l'altra in continuazione della sinclinale del basso Friuli. Le quali pieghe, essendo comprese e compresse dalle tre masse corrugate dell'Apennino, delle Alpi Venete e delle Alpi Dinariche, assai probabilmente all'estremo nord si contorsero; costituendo, la prima quella depressione alla quale convergono gli strati mesozoici e cenozoici da Schio a Vittorio, e la seconda ripiegandosi a mattina così da fondersi colla accennata sinclinale del Friuli orientale, continuantesi nella valle del Vippacco. A questo nodo di corrugamento pur convergevano altre pieghe secondarie ma evidentissime, rasente la spiaggia da Duino a Trieste ed in corrispondenza alla valle della Dragogna, in Istria.

Con direzione nord-est, perpendicolare alla direzione delle ora accennate sinclinali, si incurva la importantissima piega del Garda, alla quale è parallela quindi finisce per confluire quell'altra piega, accompagnata da frattura e scorrimento, che passa a levante del Baldo; mentre altre curve ed altre fratture solcano la massa di questa bella catena, sempre con direzione a nord-est. A me pare che le principali sinclinali delle regioni veneta e carnica si possano considerare come il proseguimento con direzione sempre più verso oriente delle curve, che quasi in un fascio si raccolgono nella regione del Garda; certo è per lo meno che queste curve dalla valle dell'Astico, dove origina la frattura Schio-Vicenza, sino alle origini dell'Isonzo, presentano una singolare continuità, ad onta dei secondarî spostamenti da esse subìti e della erosione, che ne ha deformato l'affioramento, in parte anche interrompendone il decorso. Se fossero i terreni eocenici ed aquitaniani meglio conservati, ben si vedrebbe con quale regolarità tali curve attraversano tutta l'area da noi esaminata; invece, dove mancano questi terreni, pur conservandosi negli arricciamenti delle formazioni mesozoiche le tracce di un sistema analogo di curve, parallele o quasi alle indicate, al presente ci son note a preferenza le fratture. Nelle ristrette aree poi dove ci vien meno il mantello mesozoico, io ritengo che al presente non si possano con

qualche verosimiglianza segnare nè curve nè fratture; essendochè quelle masse protozoiche e paleozoiche non ponno a meno di serbare le tracce dei varî corrugamenti, subìti in un molto maggior numero di periodi continentali. Perciò mi sono astenuto dal segnare quelle linee di frattura e quelle curvature, che mi parve di rilevare nella catena centrale delle Carniche e le fratture, che potrebbero anche essere indicate dai dicchi porfirici, nel bacino di Recoaro nella Valsugana e nell'Agordino.

Alle falde delle colline veronesi e vicentine devesi anche ammettere una piega, alla quale convergano gli strati terziarî; la quale piega affiora poi anche col suo labbro meridionale quando costituisce il rilievo dei Colli Berici, coll'interclusione del lembo aquitaniano accennato dal residuo presso Altavilla. Quivi presso tale sinclinale trova il labbro della piega corrispondente alla insenatura di Schio ed è molto verosimile che appunto a tale incontro coincida la frattura Schio-Vicenza, supposta dal signor Suess.

Questa frattura, normale alla media direzione delle curve suaccennate, verrebbe a coincidere coll'angolo di flessione della piega gardense che si cangia nella piega suganea ed è senza dubbio uno degli accidenti più verosimili della tectonica nella regione veneta. La maggior parte però delle altre fratture, comprese le più estese e le meglio conosciute, decorrono parallelamente alle sinclinali, e di queste fratture ho delineato le più importanti. Il lettore però comprenderà facilmente come il numero di siffatte fratture e specialmente il numero delle scheggiature secondarie, parallele o normali all'andamento delle pieghe, debba essere sterminato; essendochè le masse si sono contorte alla condizione di rompersi secondo taluni piani più estesi, che sono appunto le fratture approssimativamente segnate sulla Carta, e di sminuzzarsi in moltissimi frammenti, i quali non ponno essere individuati e rappresentati se non che da uno studio dettagliato.

Il signor Mojsisovics attribuisce molta importanza alla distinzione tra *fratture di rigetto* (*Verwerfungsbrüche*) e fratture *di ripiegamento* (*Faltungsbrüche*), a seconda che portano a dirittura le formazioni a diversissima altitudine sui due margini della rottura, oppure si manifestano con diversa inclinazione delle gambe rotte e spostate di una anteclinale. Le prime sarebbero le più antiche e compaiono nella porzione a nord della frattura della Valsugana; la quale pure, almeno in talune porzioni come in V. Sella, sarebbe pur essa una frattura di rigetto. È molto probabile infatti che nella massa a nord di questa frattura e della sua continuazione verso il Comelico, non si sia esteso di molto il mare aquitaniano e forse nemmeno il mare eocenico e quindi che tali fratture fossero comparse in epoca secondaria od eocenica. Però mi sembra che lo schema tectonico di queste fratture e di queste curvature presenti una così stretta uniformità di andamento da doversi ritenere che tanto le une quanto le altre fratture appartengano ad una stessa epoca; rimanendo sempre probabilissimo che le fratture di rigetto precedessero le curve e le fratture di ripiegamento. La continuità della frattura Valsugana colla frattura del Piave mi parve ancora più assoluta di quanto ha indicato il dotto geologo; nè si può a meno di accettare la esistenza delle altre fratture evidentissime di Falzarego e di Wilnöss, le quali convergono verso l'estremo della frattura Valsugana-Comelico. Mentre rimango dubbioso circa la realtà della frattura lungo il corso del Boite, la quale sarebbe la sola che corrisponda da vicino ad un importante dettaglio idrografico.

Ponendo come fatto fondamentale ed innegabile che la erosione esportò almeno i due terzi delle masse corrugate nel progressivo sollevamento, prima ancora che scendessero i ghiacciai quaternari; ritenuto come altro fatto dimostrato che la idrografia corrisponde alla accidentalità della erosione, iniziatasi nell'eocene, a seconda della natura delle rocce ed a seconda del vario accrescersi della portata delle correnti per la successiva loro confluenza; ammessa d'altronde la scarsissima probabilità che le fratture così di scorrimento come di ripiegamento si mantenessero tanto profondamente beanti da influenzare la idrografia attuale; dando insomma ai fenomeni esogeni un'importanza quasi esclusiva nel modellamento orografico, comparirà assai naturale la mancanza di stretti rapporti tra l'esposto schema stratigrafico e l'andamento delle correnti. Rimane però il fatto che le cause prime dell'aspetto orografico e dei precipui tratti idrografici risiedono nel diverso modo di sollevamento, a piani declivi, a conche, ad altipiani ondulati, a successivi ginocchi, oppure a cupule quaquaversali. Per tal modo, in ultima analisi, dipende dalle condizioni tectoniche l'andamento dell'Adige e degli altri fiumi veronesi, che si irradiano dalla vôlta dei Lessini, come l'andamento del Brenta nella Valsugana, del Piave nel vallone Bellunese, del Tagliamento nella depressione di Socchieve.

Se la frattura Valsugana-Comelico limita l'area che si sottrasse più per tempo dal mare, rimane però il fatto che nella porzione dove questa frattura si combina con una più larga e più complicata ripiegatura di strati perdurava un golfo tortoniano, cui al presente, venendoci anche meno le prove dell' esistenza di strati del miocene superiore lungo o presso la sinclinale gardense, noi duriamo fatica a congiungere in qualche modo col più ampio bacino mediterraneo; sebbene non si possa ragionevolmente escludere che con esso comunicasse non meno del golfo friulano, spingentesi sino ad Oroppo.

Della frattura della Valsugana si diparte la frattura di Belluno, che decorre a nord del vallone e con tutta probabilità si continua colla frattura Barcis-Starasella, alla quale mantengo il nome di periadriatica, in quantochè stabilisce una marcatissima differenza tra l'altitudine delle masse a nord ed a sud; accennando per tal modo che la sua formazione deve essere strettamente congiunta colla delimitazione dell'attuale bacino, da non confondersi troppo facilmente coi bacini miocenici e nemmeno coi bacini del pliocene inferiore e superiore. Lo stesso appellativo potrebbe competere all'altra frattura di val Mareno; essa pure di ripiegamento e che viene ad urtare da un lato la frattura Schio-Vicenza, forse attraversandola per formare quella frattura accennata dallo Schauroth sopra Valdagno, e dall'altro contro la massa del M. Cavallo, senza che si possa affermare che di fatto si continui colla piccola dilocazione presso il lago di S. Croce o colla frattura di rigetto che si arresta a levante del bacino di Alpago. È molto verosimile che a mattina di questa massa del M. Cavallo, nella quale i terreni cretacei sono di due mila metri più elevati che i terreni isocroni nell'Istria, scorra poi una frattura passante per Polcenigo ed Aviano ed accompagnata da scorrimento; quale sarebbe dimostrata dalla parziale scomparsa dei terreni terziari più antichi. Potrebbe mai la presenza di questo grosso nodo di calcari e rudiste, al quale facevano anche rinforzo le formazioni coralline del Giura superiore, insinuato com'è tra la scaglia rossa, essere in rapporto colla formazione di questo sprone che

viene ad interrompere ed a spostare l'andamento tectonico delle prealpi venete a levante di Vicenza? La supposizione mi pare ragionevole.

Contrario ad ammettere una remota antichità nelle fratture delineate sulla carta, vengo per conseguenza a dubitare che i giacimenti metalliferi della Valsugana, dell'Agordino, del Cadore e della Carnia abbiano un nesso qualunque collo schema tectonico. Potrebbe essere che facessero eccezione i giacimenti cinabriferi, i quali oltre che al trovarsi rasente alla frattura Valsugana-Agordo, a Vall'alta, compajono anche in terreno eocenico a Montemaggiore, Crevero e Spessa nel Friuli orientale, in analogia con quanto si osserva nella Toscana, nella Gallizia e nel Siebenbürger.

Tra le fratture secondarie meritano speciale menzione: le fratture del monte Baldo, di cui più importante quella che segue dappresso la sinclinale di Ferrara: quelle che delimitano il bacino di Recoaro; le fratture trasversali di Laverda e di V. Rovina, notate dal signor Suess; quella di Fonzaso; quella presso la vetta delle Alpi Carniche e l'altra tortuosa, che determina l'incuneamento del Trias superiore e medio nelle formazioni più antiche della regione ove scende il fiume Degano.

Quanto alla frattura Euganea, io la indico con molto dubbio sebbene a primagiunta parrebbe la più sicura per una cotale corrispondenza col probabile allineamento delle bocche vulcaniche, d'onde furono eruttate le diverse qualità di trachiti. Ancora meno sicuri poi tornerebbero quei rapporti, che io volessi intravedere tra il proposto schema tectonico e le eruzioni basaltiche, oppure coi dicchi di basalto, insinuati anche a grande distanza dalle fratture principali nella massa dei calcari triassici e giuresi dei Sette-Comuni. Imperocchè anche nel caso che fosse vera l'idea dei signori Hébert e Meunier-Chalmas sulla esclusiva spettanza di queste eruzioni ed injezioni basaltiche al periodo aquitaniano, la traccia di quelle fratture vulcaniche venne svisata dal posteriore corrugamento, al quale indubbiamente presero parte così i basalti come gli strati aquitaniani, formati in parte da sabbiette basaltiche. Il compito dei geologi che continueranno a studiare questa regione è vastissimo anche dal lato della tectonica; per ora parmi convenga arrestarsi a quelle principalissime linee, che hanno rapporto col corrugamento posteocenico, fattosi più pronunciato assai dopo l'aquitaniano e scompaginato, per quanto io penso, da periodi siamici e da locali movimenti di masse dopo il tortoniano, dopo il pliocene inferiore e persino dopo il periodo glaciale. Per tal modo il sollevamento dei colli e dei monti, al pari che l'abbassamento delle aree depresse che fanno coda al fondo adriatico, furono contemporanei, progressivi, lenti ma non scompagnati da scosse, da brusche rotture, da scorrimenti; dei quali è naturale che la dinamica terrestre, quale può studiarsi nell'attuale equilibrio delle forze endogene non possa darci che una idea assai confusa ed incompleta. Anche le forti differenze tra i limiti altimetrici, attinti dalle formazioni sedimentari, lasciano travedere questa vicenda, la quale potrà trovare qualchè nesso nella storia della evoluzione filogenetica delle faune marine. Infatti la Creta mantiensi a 2250 m. alla vetta del monte Cavallo; l'eocene tocca quasi i 1800 metri nella catena del Baldo e poco meno nel Friuli orientale; quasi altrettanto elevati sono i lembi aquitaniani pure nel Baldo; mentre gli strati tortoniani marini non attingono in alcun punto i 700 m; anzi già presso all'altitudine di 300 m. sono rimpiazzati dal conglomerato sarmatico nel Trevigiano e nel Friuli. Siccome però l'efficacia della erosione fu grandissima,

così dobbiamo attribuire a questi dati un valore approssimativo. Tuttavia si ponno confrontare coi limiti altimetrici attinti dalle formazioni stesse all' estremità orientale dell'Apennino settentrionale, quali sono esposti nella pregevolissima opera del signor Scarabelli sulla geologia del Forlivese ([1]). Quivi rileviamo essere le rocce eoceniche sollevate insieme alle cretacee sino a 1593 metri; le bormidiane, che ponno ritenersi coeve alle nostre aquitaniane, sino a 1534 metri; le tortoniane presso s. Agata Feltria a circa 600 metri; quindi in complesso tali formazioni sono ai due lati della depressione adriatica sollevate di quantità non molto differenti e quindi con un ritmo di successivi spostamenti abbastanza uniforme. Quanto al limite dell'astiano marino, che nel Forlivese è di 229 metri al monte Lura, non possiamo fare alcun confronto perchè sino a prova contraria dobbiamo ritenere che nelle provincie venete manchino terreni marini di questo periodo, pur ammettendo che nei dintorni di Bassano spettino al messiniano gli strati con filliti analoghe a quelle di Stradella e di Sinigaglia.

CAPITOLO XX.

Terreni quaternarî. Depositi glaciali.

Poco debbo aggiungere alle notizie, pubblicate circa i terreni alluvionali e morenici delle provincie venete dal mio illustre maestro, l'abate Stoppani e contenute nella assai pregevole sua opera *L' êra neozoica in Italia* ([2]). Vi si trovano riportate anche quelle osservazioni su questi terreni, che io esposi in varî scritti, risguardanti specialmente il Friuli, dei quali io compendierò brevemente il risultato; modificando quelle proposizioni, che per posteriori riflessi mi si presentarono come erronee o meno sicure. Il lettore potrà giovarsi della tavola III, colla quale ho tentato un modo di rappresentazione, che certamente riescirà più eloquente e più preciso quando si potranno prendere a base le future carte geologiche e topografiche delle regioni alpine.

Io mi mantengo nella convinzione che convenga di distinguere nettamente due fasi di espansione glaciale nelle Alpi; e ciò non soltanto per l'enorme differenza di sviluppo, che in queste due fasi presentarono i ghiacciai alpini, ma eziandio perchè dallo studio del *Ferretto* e del *Ceppo* di Lombardia (formazioni inframoreniche, ad elementi alpini e che si stendono molto a sud degli anfiteatri morenici lombardi) fui indotto ad ammettere tra queste due fasi un lungo distacco, segnato da mutazioni idrografiche e da leggiere oscillazioni di suolo, quali non avvennero dopo la fase degli anfiteatri morenici. Svolgerò più ampiamente le mie idee in una monografia in corso di lavoro sulle orogenesi della valle padana; frattanto, in base a quanto ho pubblicato in altro luogo ed a quanto dissi nei capitoli precedenti, pongo come punto di partenza il fatto o se vuolsi la mia opinione: che l'area dell'Italia superiore sorse

([1]) Scarabelli Gommi-Flammini, *Descrizione della Carta geologica del versante settentrionale dell'Apennino tra il Montone ed il Foglia.* Forlì, 1880.

([2]) A. Stoppani, *Dei terreni glaciali e dei loro equivalenti in Italia.* Mil. Vallardi, 1880.

dal mare completamente prima della discesa dei ghiacciai alpini; opinione dalla quale non mi tolse nemmeno una recente visita alle località presso Ivrea, nelle quali lo Stoppani avrebbe trovati i più forti argomenti per la sua idea del mare glaciale ([1]).

Nella prima fase, quando i ghiacciai alpini si innalzavano a mille e più metri sul fondo dei laghi e delle valli, così da occupare quasi completamente, a cagione d'esempio, gli altipiani del Cansiglio e di Asiago; quando essi erano così potenti da guadagnare delle selle, che ora servono di partiacque, onde poter così deversarsi colle loro morene pel più breve cammino verso il mare; quando essi ghiacciai invasero valli, che nel periodo degli anfiteatri morenici furono spoglie di ghiaccio, come quelle dell'Astico, del Brenta sotto la confluenza del Cismone, dello Zelline, dell'Arzino e del Natisone in Friuli ([2]); allora è molto probabile che quell'immenso allagamento di ghiaccio scendesse al mare anche se questo fosse stato allora più discosto dalle falde collinesche di quanto lo sia al presente. Convengo che quelle prove di fatto, che io raccolsi in appoggio di questa espansione dei ghiacciai veneti a così grande distanza dai rispettivi anfiteatri morenici, si riducono a qualche masso erratico, sparso sui colli del Montello, nei dintorni di Sacile e Polcenigo, sul colle di Buttrio e sul Carso di Monfalcone. Ma, estendendo i raffronti nel Veneto occidentale, troviamo quei grossi massi granitici, sparsi nelle alluvioni dei dintorni di Verona e vediamo i massi di porfido e di granito della Val Sugana sui colli di Caltrano, nel Vicentino, allo sbocco della valle dell'Astico, la quale non ha anfiteatro morenico; e questi fatti, almeno indirettamente, concorrono nell'appoggiare le probabilità di quanto io ho supposto in base ai pochi massi erratici del basso Friuli. Non nego che rimane l'altra ipotesi, preferita dallo Stoppani, che le morene frontali di questo periodo siano state sepolte dalle più recenti alluvioni e con queste sommerse in seguito al ben noto abbassamento posglaciale del litorale adriatico. Anzi troverei, una volta che fosse dimostrato essersi in quella prima fase i ghiacciai arrestati alla fronte tanto da costruire degli anfiteatri morenici, questa seconda ipotesi ancora più probabile di quella da me avanzata; accordandosi con tutti gli altri fatti, i quali fanno

([1]) Alla Borra Grande, a sud di Baldissero, presso Ivrea, mi parve che le cose stessero ad un dipresso come le descrive lo Stoppani. Morene fossilifere, con conchiglie conservatissime, stanno alla base di morene non fossilifere e riposano sopra argille micacee, gialle, con filliti, con banchi di ciottoli e con straterelli zeppi di bivalvi, tra cui abbonda la *Cytherea pedemontana*. Anzi in alcuni punti, su entrambe le sponde della Borra Grande e nelle vallette attigue, le morene fossilifere si insinuano nel deposito marino; però *le masse insinuate sono sempre delimitate da un taglio netto e le sabbie micacee, marine, non contengono alcun ciottolo striato.* I banchi di ciottoli, coi quali esse si alternano, presentano prevalenza di elementi gneissici e quarzitici; mentre nelle morene abbondano, almeno quivi, le rocce dioritiche e serpentinose. Io reputo quei depositi marini spettanti al *pliocene inferiore* e spiego la presenza dei fossili, per quanto ben conservati, nella massa basilare delle morene con un avvenuto rimestamento delle soprastanti argille azzurre per opera delle acque di disgelo. Queste avrebbero scavato altresì quelle incisioni, in cui si insinuarono le morene attraversando parecchie zone fossilifere, che non contengono ciottoli striati. Avvenne, a mio avviso, quanto possiamo immaginare che sarebbe avvenuto nel caso che i ghiacciai alpini si fossero spinti tanto a sud da edificare i rispettivi anfiteatri morenici sulle colline subapenniniche.

([2]) T. Taramelli, *Monografia de' terreni alluvionali e morenici del Friuli.* Con tav., Udine, 1875. Ann. scient. dell'Istit. tecnico, Vol. IX.

credere che allora fosse emersa l'area euganea al pari della spiaggia istriana col golfo di Trieste. Io reputo però conveniente lasciare aperta la questione ed accontentarsi di ammettere soltanto quello che non possiamo negare; cioè, lo sviluppo enorme dei ghiacciai alpini anche nelle aree, alle quali essi non giunsero nel periodo degli anfiteatri morenici ([1]). Questa prima fase glaciale ha sempre qualche cosa del mitologico, dello sfumato; non conoscendosi ancora a sufficienza nè dovunque i passaggi dalle formazioni terziarie alle glaciali ed il valore, che devesi concedere in ogni singola regione a quell'infelicissima denominazione di *sabbie gialle*, che io sono ben lieto di non aver ragione di adoperare parlando dei terreni recenti dell'area veneta.

Alla dimanda, che mi si potrebbe muovere, sui fenomeni che in quest'area ponno essere accaduti mentre si preparava una così straordinaria espansione glaciale, dopo che erano stati sconvolti non soltanto gli strati marini dal tortoniano, ma altresì i banchi di conglomerato alluvionale sarmatico, non potrei rispondere completamente senza trattare a fondo la questione dei bacini lacustri ed in particolare di quello del Garda, che è il massimo ed il più interessante dei laghi prealpini; anche perchè nelle sue acque abbondano maggiormente le forme di carattere marino, nè soltanto di protisti ma di crostacei e di pesci. Tale questione mi porterebbe in un ginepraio, che ora posso evitare; bastandomi di osservare come il lago di Garda, al pari degli altri laghi lombardi, sia delimitato a sud da rocce in posto, affioranti da Salò a Desenzano lungo il lago, tra le morene ed alla punta di Sirmione. Dove queste rocce in posto mancano, è molto probabile che si estenda quel conglomerato inframorenico che si osserva lungo il Chiese e l'Adige in più siti e che il Paglia e lo Stoppani stesso hanno osservato alla base della penisola di Sirmione. Può quindi dirsi del bacino del Garda quanto io credo si possa affermare degli altri bacini lacustri prealpini: che, cioè, sono bacini orografici, prima percorsi da fiumi, poscia convertiti in laghi per un sollevamento pospliocenico delle falde alpine e per opera delle alluvioni inframoreniche. Gli anfiteatri morenici non convertirono già, per quanto io penso, dei *fyords* pliocenici in altrettanti laghi prealpini, interrati o meno dalle alluvioni posglaciali; essi non fecero che delimitare a valle dei bacini che sarebbero rimasti beanti ed allagati, per quel tanto che non li avesse ricolmi l'alluvione quaternaria, anche se non avessero dato ricetto agli antichi ghiacciai. A differenza dei bacini lacustri più occidentali, quello del Garda corrisponde, non già ad una chiusa

([1]) Il signor Stoppani non crede di dover concedere a questa massima espansione dei ghiacciai alpini un limite così ampio, come io inclinerei ad ammettere; per la Lombardia, lo porrebbe da sei a dieci chilometri a sud dei varî anfiteatri morenici. Siccome in un mio scritto mi era valso della presenza di massi alpini sul colle di S. Colombano per appoggiare l'idea di un'espansione più ampia, così debbo avvertire di avere ora più diffusamente trattata la questione nella *Descrizione geologica della provincia di Pavia* testè pubblicata; dimostrando come quei massi non siano stati trasportati quivi da ghiacciai. Sibbene, i piccoli appartengono ad alluvioni dall'alta Lombardia ed i grossi, o diremo meglio, quell'unico grosso di porfido ricordato dal Breislack, fu importato dall'uomo in epoca romana. Può essere che anche in Lombardia i ghiacciai si siano spinti un poco più a sud di quanto vorrebbe lo Stoppani; al presente però non trovo maniera di fissare meno vagamente questo limite, nè escludo la possibilità che abbiano potuto attingere le falde subapennine, dove lo Stoppani preferirebbe di ricercare i massi deposti dai massi galleggianti nel da lui supposto mare glaciale.

di erosione, ma ad una stretta sinclinale stratigrafica, però erosa e svisata dalla denudazione meteorica durante l'ultimo periodo terziario. Quanto alla fauna pelagica, che esso contiene, attendo che il mio dotto e laborioso collega ed amico il prof. Pietro Pavesi abbia compiuti i suoi studî sull'argomento; al presente questa traccia di carattere marino non è per la fauna del lago di Garda maggiore che pei grandi laghi della Svizzera, intorno ai quali mancano sedimenti marini pliocenici; epperò non abbiamo alcun argomento per legare questo carattere ad un supposto *fyord* pliocenico anzichè ad un golfo miocenico, simile a quello della Val Sugana. Prescindendo dal dubbio, che ora elevo sulla esistenza di *fyords* pliocenici in alcuno dei nostri bacini lacustri, mi mantengo presso a poco in quello stesso ordine di idee che ho esposte qualche anno fa a proposito dell'alluvione preglaciale ([1]). Parmi però che a spiegare la natura litologica di questa alluvione nel piano prealpino occorra pensare ad una prima invasione glaciale, temporanea e breve, se vuolsi, ma più estesa di quella avvenuta nel periodo degli anfiteatri morenici. Credo altresì che si abbia a distinguere un' alluvione preglaciale spostata, infranta ed erosa, quale è quella delle colline trevigiane e dell'alta valle del Tagliamento (*alluvione del pliocene inferiore* nella tavola I^a) da un alluvione *inframorenica*, quaternaria, che è il *ceppo* sottostante alle alluvioni sciolte, di trasporto diretto o di sfacelo morenico. Questa alluvione, tenacemente cementata quasi ovunque, affiora lungo i corsi d' acqua principali nel Friuli e venne rintracciata a varie profondità dai pozzi scavati nel Trevigiano e nel Vicentino; essa corrisponde appunto al periodo più antico dell' epoca quaternaria, allorquando si preparava lo sviluppo dei ghiacciai alpini e quando essi si ritiravano al limite segnato dagli anfiteatri morenici. Epperò nel *ceppo* entrano materiali alpini, che sempre più abbondano sino a costituire quasi esclusivamente il *Ferretto*, che sta sopra e che esso pure è indipendente dagli anfiteatri morenici, pur essendo una formazione perfettamente continentale. Sulla Carta, che accompagna la presente memoria, non ho potuto per la picciolezza della scala segnare questo conglomerato inframorenico; bensì lo distinsi nella Carta del Friuli, pubblicata lo scorso anno e nella Carta in scala meno piccola che accompagnava questo lavoro e che ora sta presso la spettabile Presidenza della nostra r. Accademia. Nel Bellunese questa alluvione esiste alla base delle morene presso lo sbocco della valle dell'Ardo, presso Cadola e nell'Alpago; pur distinguendosi dalla più antica alluvione, alta quasi cento metri lungo il corso del Piave tra Perarolo e Longarone. Nel Trevigiano si osserva alla base delle vaste conoidi quaternarie, che formano le falde dei monti sopra Crespano e Possagno. Gli strati di conglomerato, trovati alle profondità di met. 47 e 54 nello scavo di un pozzo della stazione ferroviaria di Bassano ([2]), potrebbero rappresentare la parte superiore di questa alluvione per la conoide del Brenta; al pari di altri banchi di puddinga di tre a quattro metri, che si trovarono col traforo di pozzi a Susegana ed a S. Lucia nel Trevigiano, alla profondità di circa dieci metri. Certo è che le alluvioni contemporanee al periodo degli anfiteatri morenici hanno dovunque

([1]) T. Taramelli, *Dell'esistenza di un'alluvione preglaciale* ecc. Atti r. Istituto veneto di sc. lett. ed arti. Serie 3.^{a} Vol. XVI, 1871.

([2]) A. Secco, *Guida geologico-alpina di Bassano e dintorni.* Bassano, 1880.

sepolto a profondità assai varia questa alluvione quaternaria, antichissima, e che essa non si può studiare se non con speciale riguardo alla sua peculiare composizione litologica, conoide per conoide, banco per banco, in rapporto coi materiali litologici delle alluvioni soprastanti.

Se il primo periodo glaciale, ci compare in penombra, con fenomeni incerti e male delimitati, le tracce dei ghiacciai nel seguente periodo degli anfiteatri morenici nel Veneto non meno che nelle altre regioni alpine ci si presentano con tale evidenza e con tale ricchezza di dettaglio da potersene scrivere più volumi. E gli studî sono da lunga mano incominciati, da quando specialmente per questa regione il Mortillet ed il Pirona, e più tardi lo Staudigl [1], il Paglia [2], l'Omboni [3] ed io imprendemmo l'analisi dettagliata di questi terreni; studio però ancora molto lontano dal suo compimento e che io ritengo potrà scaturire nella sua pienezza soltanto da un rilievo sistematico, definitivo, di una Carta geologica delle nostre Alpi.

Passerò rapidamente in rivista i depositi morenici per ciascuna delle vallate venete; poi tratterò in altro capitolo delle alluvioni.

Morene del Garda. Lo Stoppani, dopo aver discorso degli altri ghiacciai di Lombardia, così incomincia la descrizione dell'apparato morenico di questa regione: « Ma se si voglia finalmente un ghiacciaio, il quale alle grandiose dimensioni dei ghiacciai svizzeri e bavaresi aggiunga quel tipo individuato che presentano i ghiacciai italiani, un ghiacciaio che sia l'archetipo del suo genere, noi lo troveremo nell'antico ghiacciaio del Garda » [4]. Infatti in quella ampia e profonda depressione, la quale sotto altro clima si sarebbe ridotta a costituire una specie di Mar Morto, si condensò una massa agghiacciata, defluente da vastissima porzione montuosa, cioè dal più vasto bacino idrografico delle Alpi meridionali. Questa massa, riempiuto il bacino lacustre, profondo in alcuni punti oltre 800 metri, si elevò sulle sponde calcari dello stesso di quasi altrettanto. Giunto al limite meridionale di questo bacino, il ghiaccio si deversò e si espanse per circa quindici chilometri tutto all'ingiro e con lunghe soste creò l'evidentissimo anfiteatro, che ormai tutti conoscono. In questo anfiteatro possiamo distinguere una cerchia esterna, incompleta, lambita in parte dal fiume Chiese e che passa per Calcinate, Montechiari, Carpenedolo; la sua prosecuzione fu probabilmente distrutta dalle acque di disgelo nelle posteriori fasi di arrestamento. A tali fasi corrispondono più spiccate tre altre cerchie principali, cui lo Stoppani delinea come segue:

« 1. Cerchia esterna o perimetrica dell'anfiteatro interno; passa per Lonato, Castiglione, Cavriana, Volta, Sommacampagna, Pastrengo; sulla vetta più eminente

[1] Staudigl E., *Wahrzeichen der Eiszeit am Südrande des Garda-See's.* Jahrb. k. k. geol. R. A. Bd. XVI, 4. Wien. 1866.

[2] E. Paglia, *Sulle colline di terreno erratico intorno alla estremità meridionale del lago di Garda.* Atti Soc. ital. di sc. nat. Vol. II. Milano, 1861; *Sulla morena laterale destra dell'antico ghiacciaio dell'Adige.* Ibidem. Vol. VI, 1864; *I terreni glaciali nelle valli alpine confluenti ed adiacenti al bacino del Garda.* Atti del r. Istituto veneto. Ser. 5ª, Vol. I, 1875; *Saggio di studi naturali sul territorio mantovano*; Mantova, tip. Gonzaga, 1879.

[3] G. Omboni, *Di due antichi ghiacciai, che hanno lasciato le loro tracce nei Sette Comuni.* Atti Ist. veneto. Vol. II. Ser. 5ª, e nelle altre note pubblicazioni sulla geologia italiana.

[4] A. Stoppani, op. cit. p. 91.

sì erge la torre di Solferino (met. 206), come faro che non si perde mai di vista ovunque si giri a 30 miglia di raggio. Questa grande cerchia è formata da un certo numero di ondulazioni concentriche, talora distintissime, numerandosene sino a venti.

« 2. Cerchia media interna, distintissima nella parte occidentale. Si stacca dai colli a sud di Padenghe; gira dietro Desenzano, torcendosi poi verso Monzambano. Qui è difficile distinguerla dalle altre due cerchie, tale è il viluppo dei colli e delle valli moltiplicate dalla erosione.

« 3. Cerchia interna, distinta dalle altre ed assai più guasta dalla erosione. Nasce per così dire, tra Desenzano e Rivoltella; si svolge verso la storica collina di S. Martino: di lì si spinge a sud di Peschiera, formando il gruppo morenico di Ponti, d'onde procede per Cavalcaselle e Lazise ».

In epoca posglaciale l'erosione della parte interna dell'anfiteatro si è operata per corsi d'acqua convergenti verso il lago; d'onde la riduzione delle cerchie più recenti e la formazione di quel piano alluvionale che forma la sponda meridionale del lago. E nell'ampia estensione dell'anfiteatro le cerchie minori furono obliterate e le bassure riempiute; talune però rimasero sommerse e pantanose, convertendosi poi in torbiere; altre sono tuttora nello stato di laghetti intermorenici, come quelli di Catino, di Castellaro e di Peschiera [1].

Il signor Paglia raggruppa in altro modo le numerose cerchie di questo anfiteatro, distinguendone sette principali; però dopo tanta abrasione avvenuta non può concedersi molta importanza al vario modo di aggruppamento delle minori ondulazioni, tornando più logico lo ammettere anche per questo ghiacciaio un numero più ristretto di soste, durante le quali però la fronte lentamente si arretrava con varia velocità. Chissà quanti accidenti intervennero per tanto volgere di secoli a quella muraglia di ghiaccio, che si svolgeva ad emicerchio per oltre settanta chilometri, contro allo spirare dei tiepidi venti adriatici; e quale profluvio di acque di disgelo, quale scroscio di torrenti, che disseminavano le alluvioni di sfacelo morenico per la molto ampia ma poco elevata conoide, in seguito terrazzata dal Mincio e dagli altri minori corsi d'acqua posglaciali!

Le cerchie inclinano tutte con varia misura da nord a sud; la più esterna incompleta, con una pendenza del 5 per mille. Come nota il signor Paglia, le cerchie orientali, pur conservandosi concentriche, non presentano una esatta corrispondenza numerica colle cerchie oltre il Mincio; ciò che dimostra appunto una varia misura di regresso nell'amplissima fronte. Lo stesso autore ricorda molti massi colossali a Canavaro, alla Madonna della Scoperta, al monte Capone ed alla Croce di Cavriana [2].

[1] Molte di queste torbiere, corrispondenti a laghetti intermorenici prosciugati, oltre che per la varia quantità del combustibile scavato, meritano d'esser ricordate per l'abbondanza degli oggetti preistorici, che vi si rinvennero; specialmente quelle di Spade, Fenilnovo, Catarazzo, Barche, Pie' Martino e Bande, presso Solferino e Castiglione, Polada presso Lonato, Marchetto presso Desenzano, Sale presso monte Oliveto, Cascina presso S. Giorgio ed altre minori. Il signor Rambotti a Desenzano possiede una assai ricca collezione di oggetti preistorici, quivi raccolti; compresi ossami della fauna coeva a quelle prime genti. Tra questi ossami mi colpì specialmente un bel teschio di *Bos brachyceros*, con infissa una punta di freccia in un osso della faccia.

[2] Il sig. Paglia dice inoltre di un masso di oltre 100 metri cubi di arenarie mioceniche con pettini (quelle stesse di Riva e di Seniga) al monte Rova di Lonato, soggiungendo che può essere

Nessuno degli autori che trattano di questo anfiteatro produsse alcun argomento di fatto, per cui si possa supporre che esso sia stato incominciato in mare. Anche lo Stoppani, che è costretto ad ammettere questa ipotesi dopo averla sostenuta per gli anfiteatri più occidentali, elevati assai più sul livello marino, non ha esposto alcuna prova diretta della sua induzione. Spiega questa mancanza di una porzione basilare, che si sarebbe a suo modo di vedere deposta sopra una spiaggia marina, colla nota sommersione periadriatica, posglaciale, la quale invero molto contrasta col sollevamento del pari posglaciale, che egli è costretto ad ammettere per la valle padana. Questo vastissimo anfiteatro, cinto da una zona relativamente ristretta di alluvione inclinata e terrazzata, gli sembra un edificio glaciale sepolto da alluvioni provenienti da ponente. Io ritengo che se fuvvi una differenza, non dirò sostanziale ma di modalità di fenomeni, tra questo anfiteatro e gli altri dell'alta Italia, questa consistette in una minore quantità di morene in confronto della enorme massa di ghiaccio; e ciò pel carattere ipsometrico del bacino retico, dove assai vasta è bensì l'area che elevandosi oltre i duemila metri doveva allora essere sepolta da perpetue nevi, ma scarse e meno dirupate erano le masse che si elevavano da tanta potenza di nevi e di ghiaccio. Tanto che il massimo tributo di materiali morenici lo davano ancora i monti calcari, attraversati nell'ultimo tratto; come lo provano le osservazioni del signor Paglia sul terreno detritico del bacino del Mincio. D'altronde, la porzione di ghiaccio che deversavasi dal profondo bacino lacustre, appunto perchè espansa sopra una superficie così ampia, non poteva avere una potenza molto considerevole nè resistere energicamente alle leggiere modificazioni climatologiche, le quali erano causa delle secondarie oscillazioni; d'onde la molteplicità e per conseguenza la relativa bassezza delle cerchie. Sui lati però, così da Lonato a Desenzano, come da Costermanno a Castelnuovo, si ha una media potenza di 150 metri, la quale, considerata la orografia del bacino, mi sembra in giusto rapporto colla Serra d'Ivrea, formata dalle morene che franarono dalle più alte vette alpine; sebbene questa sia alla sua origine elevata quasi seicento metri sul letto della Dora Baltea.

Quanto alla depressione posglaciale, per le falde collinesche e per le alluvioni al pari che per le montagne del Veneto, la credo un fatto dimostrato e la misura di questa depressione è certamente molto maggiore dei 120 metri di alluvioni alternate con torba, cui attraversarono gli scandagli in Venezia. Quanto a me, non vedrei alcuna difficoltà ad ammettere che questa depressione siasi estesa con varia misura a tutto il sistema alpino ed anche all'Appennino settentrionale, riconducendo a minori elevazioni nelle varie località i lembi precedentemente sollevati di terreno pliocenico.

Sulla sponda orientale del lago di Garda le morene sono assai sviluppate, specialmente sopra Malcesine, Castelbrenzone, Albisano, Montagna e Garda. Il sig. Nicolis

un affioramento di roccia in posto. Ciò è probabilissimo; stantechè anche appena ad ovest di Desenzano, presso alla ferrovia, affiora un tratto di terreno nummulitico. Il sig. capitano Verri, del Genio militare, mi raccontava poi che presso a Volta in occasione di taluni lavori di sterro aveva notato un masso di calcare così continuo che se ne estrasse per qualche tempo pietra da calce e che egli dubitava non fosse un masso erratico. Combinando i quali indizî colla presenza di rocce in posto, della Creta superiore, alla penisola di Sirmione, ci confermiamo nel concetto che il bacino lacustre del Garda, al pari che gli altri prealpini, fu delimitato bensì ma non determinato dall'anfiteatro morenico.

le rintracciò entro le valli scendenti dal Baldo verso Cassone e Castello, sino a seicento metri dal livello del lago stesso. Per la valle del Chiese e per l'alta valle del Sona esse furono studiate e descritte dal Paglia.

Morene della valle dell'Adige. — Sembra che in opposizione alla obbedienza, colla quale l'ampia fronte del ghiacciaio del Garda rispondeva alle meno pronunciate vicissitudini climatologiche durante questa seconda fase glaciale, quell'altra fronte più ristretta della massa medesima di ghiaccio la quale avanzavasi sino al largo di Rivoli presentasse invece una resistenza ostinatissima, cedendo il terreno palmo per palmo. Tantochè le morene che chiudono a ponente questa depressione sono l'una all'altra avvicinate e relativamente assai alte. Scomparso il ghiacciaio, le acque di disgelo presero ad incidere la chiusa sotto a Ceraino; e quelle altre acque che scaricavano il piano di Caprino, pel torrente Tasso presero a terrazzare morene ed alluvioni premoreniche. Così l'edificio, costrutto dalla fronte glaciale della valle d'Adige, venne rispettato e conservato in modo da apparirci come un vero modello di anfiteatro morenico. Nella composizione litologica di queste morene agli elementi porfirici e calcareo-dolomitici si aggiungono le doleriti dei dintorni di Brentonico, piuttosto abbondanti. Le rupi calcari presso Ceraino, del Forte di Rivoli e del dosso più a sud, contornato da un'ansa dell'Adige e coronato da una interessantissima stazione preistorica che fu egregiamente illustrata dal prof. Gaetano Pellegrini, presentano mirabili esempî di arrotondamento glaciale. Fu anche scoperto a Gajun (¹) un bel *pozzo* glaciale, profondo 15 metri analogo a quegli altri che lo Stoppani scoperse e descrisse nei dintorni di Vezzano (²) e più tardi esplorò l'ingegnere Appolonio Annibale, scoprendovi alcuni avanzi preistorici. Lo Stoppani ritiene che il tratto triangolare tra le falde di Caprino e le due fronti moreniche del Garda e dell'Adige fosse un lago intermorenico, vuotatosi per terrazzamento. Ritiene però che questo tratto fosse occupato da ghiaccio quando i due ghiacciai si fondevano in una sola massa, all'epoca in cui il ghiacciaio del Garda costruiva la cerchia più avanzata; e ne adduce ad argomento la morena di rivestimento, buttata sul declivio meridionale del monte Belpo, che dice ancora ben conservata, specialmente tra Pesina e Boi. I due ghiacciai, fusi in uno, invasero la Val Policella, alquanto più a sud e quindi anche a giudizio dello Stoppani si estesero allora sino a poca lontananza di Verona. Senza negare questa espansione, che a mio avviso fu in una fase di ritirata in confronto ad una espansione massima avvenuta nel primo periodo glaciale, crederei che quella morena alle falde del monte Belpo non sia mai stata più continua di quanto attualmente si osserva e che il piano tra Caprino, Affi e Costermanno sia rimasto libero durante tutto il periodo degli anfiteatri.

Le morene della porzione settentrionale di questo bellissimo anfiteatro sono meglio conservate e più regolari. È interessante la depressione, che taglia nel bel mezzo le cerchie tra Pigno e Cavecchia, percorsa da una stradicciola vicinale (³); perchè per di là è certamente passato un emissario delle acque di disgelo all'atto

(¹) G. Pellegrini, *Pozzi glaciali nel Veronese.* Giornale l'*Arena*, 16 aprile 1882.

(²) Stoppani A. opera cit. p. 93. — *Annuario della Società degli alpinisti tridentini* 1879-80, p. 37.

(³) R. Avanzi, *Le nostre pianure ed il lago.* Verona, 1882.

della pronta ritirata del ghiacciaio dell'Adige, quando questo fiume non aveva ancor ripreso con tutta la sua portata la via da Ceraino a Gajun. Giova anche notare come il piano alluvionale, sul quale riposa l'edificio morenico della valle dell'Adige, sia di molto più elevato di quello su cui riposa l'anfiteatro del Garda; e questa alluvione si scorge chiaramente salendo dal passo di barca sotto Ceraino verso il paesello di Rivoli. È un'alluvione quaternaria, formatasi assai probabilmente nel periodo che scorse tra le due invasioni glaciali.

Quanto poi alla *Chiusa*, il signor Avanzi ([1]) suppone che sia intervenuta per causa sismica una frattura che distaccasse dalle falde del Pastello il promontorio della Rocca. A me pare che quella sia un'incisione dovuta puramente all'azione erosiva dell'Adige, e che sia per la massima parte preglaciale, lo mostrano i lembi di alluvione che si vedono internati in varî punti della chiusa medesima, nonchè l'arrotondamento glaciale, subìto dalla rupe della Rocca tutto all'ingiro. Ed appunto perchè questa incisione fu iniziata prima dell'epoca glaciale, potè avvenire che fossero soltanto temporanei gli afflussi delle acque di disgelo per la valle del torrente Tasso e per la depressione percorsa dalla strada da Rivoli a Ponton.

Depositi glaciali nelle valli secondarie tra l'Adige ed il Brenta. Non conosco abbastanza le altre valli dei torrenti veronesi per asserire aver quivi preso sviluppo delle vedrette. Nell'alto bacino del torrente Illasi, sino a S. Ambrogio, osservai terrazzi alluvionali abbastanza elevati, i quali sembrerebbero escludere un avanzamento più che limitato di tali vedrette per quella e per le attigue vallate. Presso a campo d'Albero, all'origine del torrente Chiampo, osservai invece pianori non terrazzati e frane dolomitiche sviluppatissime; ma nessuna sicura apparenza di morena. Nel bacino dell'Agno può darsi che abbia esistito qualche vedretta; le alluvioni terrazzate si osservano evidentissime sotto S. Quirico; ma nemmeno quivi rinvenni ciottoli striati. Alla confluenza delle valli di Posina e dell'Astico stanno del pari vastissime e potenti alluvioni quaternarie, terrazzate, le quali escludono l'esistenza di un apparato morenico frontale; sebbene, come già ho detto, taluni massi erratici si avvertano alle falde del monte Sunio, sopra Caltrano e molto più numerosi sull'altipiano di Asiago, presso Rozzo e Roana. Tali massi io riferisco al periodo di massima espansione glaciale; allorquando pel passo di Lavarone certamente invadeva questa valle dell'Astico una diramazione della grande massa glaciale della val d'Adige. Lungo la val d'Assa, che tutta percorsi dalla sella di Manasso (dove osservasi un bel dicco doleritico tra le rocce giuresi) non trovai altro che frane ed alluvioni; e presso alla svolta delle Canove, quella massa di conglomerato preglaciale, che ha descritto anche il Bittner e che io riferisco al pliocene per essere così potente e così profondamente terrazzata. Quanto poi alle morene, che l'egregio collega signor Omboni descrive a ponente di Gallio, allo sbocco della valle omonima ([2]) e che io visitai in compagnia del signor Giuseppe Nalli, confesso che mi sembrarono piuttosto un *talus* antichissimo; però quaternario e terrazzato ampiamente dalle alluvioni posteriori. Il materiale

([1]) R. Avanzi, *La Chiusa. Ghiaccio ed alluvione nella valle dell' Adige.* Cronaca alpina, Verona, 1880; *Le nostre pianure ed il lago.* Verona, 1882. Atti dell' Accademia d' agricolt. arti e commercio.

([2]) G. Omboni, Mem. citata.

è esclusivamente calcare; al più vi si rinviene qualche masso o ciottolo alpino, come ne sono sparsi ovunque in quelle vicinanze; e quei pochi ciottoli striati, che dice d'avervi raccolti il signor Omboni, potevano provenire da qualche vedretta o da qualche frana affatto locale. Ad ogni modo non è una morena come quelle che si avvertono ad esempio presso Enego, dove di fatto si mantenne per alquanto tempo il ghiacciajo del Brenta. Del resto, che in quelle alte valli dei Sette Comuni, circondate da vette superiori ai duemila metri, non siano mancati ghiacciai isolati, ristrettissimi, non ho punto di dubbio; se ve ne furono sul Resegone e sulla Presolana, in Lombardia, al monte Cavallo e nelle confluenti di Val Zellina nel Friuli. Analoghe vedrette devono aver esistito nell' alto bacino del Leogra, specialmente nei suoi confluenti di destra, che scendono dal Cengio e dal Campogrosso.

Pare pertanto che questa regione non molto elevata fosse a preferenza abitata dalla fauna glaciale, di cui si scopersero non poche tracce nelle brecce ossifere del Serbaro e nelle grotte di Velo, illustrate dal Catullo, dal Massalongo e dall'Omboni.

Depositi glaciali nelle valli del Brenta e del confluente Cismone — Lo sviluppo dei depositi morenici nella Val Sugana, nella attigua val di Sella, nella Val Tesino, nei dintorni di Primolano e giù giù lungo il Brenta sino sotto ad Enego, dimostra che non solo la valle del Brenta ebbe un ghiacciaio proprio, abbondantemente nutrito di massi granitici e porfirici che ne caratterizzano le morene, ma che questo ricevette un forte tributo di ghiaccio e di materiali alpini dal grande ghiacciaio dell'Adige per la facile culmina, occupata dai laghi di Levico e di Caldonazzo [1] e scolpita in terreno scistoso (met. 440). Le morene, specialmente sopra Strigno, lungo la via per Pieve di Tesino, si innalzano sin quasi a 900 metri. Alcuni massi grossissimi di porfido si osservano presso Fastro, a circa 150 metri sul letto del Brenta; ad altezza però assai minore di Enego (met. 805), dove una sviluppata morena venne descritta dal signor Secco [2] e segnerebbe una ragguardevole potenza di almeno 600 metri di ghiaccio. Colla quale potenza non è improbabile che il ghiacciaio stesso scendesse ad occupare tutta la valle, sino al piano; cosichè avanzi di morene, se non vere morene si osservano presso Bassano, sulla destra del fiume e più ad oriente dietro al colle di Romano. Vere morene, che rappresentassero il residuo di un anfiteatro morenico, quivi però nè io, nè il mio egregio amico cav. Secco, non potemmo con sicurezza rintracciare; epperò rimane molto problematico il limite, che la fronte di questo ghiacciaio ha normalmente mantenuto durante il lungo periodo degli anfiteatri; al quale non sarei totalmente tranquillo nel riferire le morene di Enego, se vi appartengono quelle di val di Sella, pur esse sviluppatissime. Nella tavola III ho figurato questo ghiacciaio come già indipendente dal confluente di Val Cismone; non tanto per indicare positivamente che questa disgiunzione sia avvenuta nel periodo degli anfiteatri, per modo che le acque del Cismone servissero, per così dire, di limite al ghiacciaio del Brenta; ma per meglio raffigurare un fenomeno, che certamente è avvenuto nella valle di questo confluente e precisamente nel bacino di Lamon. In proposito, qualche

[1] Questi laghi aventi un' altitudine poco differente (met. 438 e 447) potrebbero considerarsi due residui di uno stesso lago, che circondasse il monte Albarè e che fosse interrato dall'ampia frana dolomitica, sul cui vertice sta il paese di Caldonazzo.

[2] A. Secco, *Guida geologico-alpina di Bassano e dintorni*. Bassano, 1880.

anno fa (¹) osservava come questa ampia depressione di comba, in corrispondenza di una ruga di terreni eocenici e cretacei, sia occupata da ampia alluvione, la quale fu terrazzata dal fiume Cismone per 125 metri; avendo poi il fiume continuato a sprofondarsi al disotto per altri cento metri nelle rocce poco coerenti della Creta superiore e del neocomiano. Tutto attorno al pianoro alluvionale e lungo le valli dell'Ausore e della Senaiga, confluente nel bacino di Lamon, ad un' altezza di circa 400 metri sul pelo delle acque stanno vasti cumuli morenici, caratterizzati dal granito del Cima d'Asta, proveniente dal Canal di S. Bovo. L'alluvione contiene grossi massi e si presenta come una morena rimaneggiata, con alternanza di banchi argillosi ed alla base con qualche banco di materiali più minuti, cementati in puddinga. Non è però quella puddinga compatta e con elementi prevalentemente locali, che si osserva allo sbocco della valle medesima sopra Fonzaso e che io credo pliocenica o per lo meno preglaciale. In complesso, questa potente alluvione di sfacelo morenico, condensatasi sul fondo del bacino di Lamon, al quale era scarso emuntorio la stretta chiusa tra i calcari giuresi di Fonzaso, rappresenta una formazione assai antica, a giudicare dal profondo terrazzamento che essa ha subito, e corrisponde ad un lasso di tempo assai lungo, che io non vorrei comprendere esclusivamente nel periodo posglaciale; potendo essa, almeno in parte, appartenere al periodo degli anfiteatri. A monte del bacino di Lamon, così nella valle di Primiero come nel canal di S. Bovo, le morene si mantengono sempre evidentissime; mentre inferiormente a Fonzaso e lungo il Brenta a valle della confluenza del Cismone, le morene sono scarse e intorno a Bassano mancano sicure tracce di un apparato frontale morenico; mentre ha quivi il suo vertice un'ampia conoide terrazzata, che dobbiamo sincronizzare colle altre, coeve ed in parte anche anteriori al periodo degli anfiteatri morenici.

Se poi si volesse pel momento ammettere che il ghiacciaio del Brenta abbia edificato o tentato di edificare un anfiteatro morenico allo sbocco della sua valle od in un punto qualunque di essa, converrebbe supporre che il tutto fosse stato travolto, disperso e sepolto dalle alluvioni all'atto del disgelo e del ritiro relativamente pronto dei ghiacciai alpini; nè questa ipotesi concorderebbe gran fatto colla conservazione nella quale troviamo gli altri anfiteatri morenici, anche quelli urtati in breccia dall'emissario principale o dagli emissari successivi delle acque di disgelo, quali sono i più ampî, della Dora Baltea, del Ticino e del Garda.

Se noi poi vogliamo indurre la probabilità dell'arrestamento di questo ghiacciaio nei pressi di Bassano, durante il periodo degli anfiteatri, dai confronti altimetrici, troveremmo in questi confronti assai scarso appoggio alla nostra tesi; essendochè sembra poco probabile che il ghiacciaio del Brenta edificasse un anfiteatro morenico a 140 metri quando quello dell'Adige, più potente ed in più diretta relazione colla grande massa agghiacciata del bacino retico, ne edificava uno, tuttora conservatissimo a 270 metri.

Rimango quindi molto incerto sui limiti di questo ghiacciaio nel periodo degli anfiteatri; inclinando a ritenere che allora non sboccasse dalla sua valle, ma si formasse presso alla confluenza del Cismone; forse limitato dalla abluvione abbondante, esercitata

(¹) T. Taramelli, *Appunti geologici sulla provincia di Belluno.* Atti della Soc. ital. di sc. nat. Adunanza straordinaria di Varese, 1878, Vol. XXI.

da questo importante corso d'acqua. Quanto poi al limite nella prima fase glaciale di questo, come degli altri ghiacciai delle valli principali del Veneto, mantengo l'opinione che tutti (e forse tutti congiunti in una sola massa) scendessero nell'area attualmente occupata dal seno adriatico e dalle più recenti e meno inclinate alluvioni.

Morene nella valle del Piave e dei suoi confluenti. Depositi glaciali nelle colline trevigiane. — Il signor Hörnes (') dice di aver osservato nei dintorni di Serravalle e precisamente a Colle delle vere colline moreniche, le quali gli rappresentano un residuo di anfiteatro morenico e trovò morene allo scoscendimento di Fadalto ed a quello di Peron, allo sbocco del Cordevole. Le mie osservazioni non corrispondono punto alle sue, a questo proposito. Quanto allo scoscendimento di Fadalto ed a quello di Peron, credo che il volervi scorgere delle morene frontali, in base a taluni massi che ponno esser franati col materiale calcare, identico a quello delle montagne circostanti, sia un'ipotesi affatto gratuita. Tutt'alpiù si può ammettere col signor ingegnere Mazzuoli (') che le frane di Vedana siano state trasportate per qualche chilometro più a valle da un relitto del ghiacciaio del Cordevole, prossimo a scomparire. Ed anche questa concessione è molto azzardata e solo comprende le frane più antiche e più lontane dal loro punto di distacco. Quanto poi alle pretese morene di Colle, quivi non si osserva che uno sfacelo delle alluvioni terziarie, che costituivano la collina. Soltanto vi si trova qualche masso alpino, disperso; come se ne rinvengono in parecchi punti sui colli circostanti a Serravalle, sino alle Polze di Senego, per entro alla valle di Mareno, presso Tarzo e sul colle del Montello. Nulla però di paragonabile alle morene del Tagliamento e degli altri anfiteatri. Non vorrò certamente negare che quivi il ghiacciaio del Piave non abbia potuto soffermarsi per alcun tempo, prima di ripararsi entro alle chiuse di Quero e di Fadalto; solamente non ammetto che quivi siasi arrestata la fronte glaciale per tutto il lungo periodo degli anfiteatri morenici.

Durante questo periodo il ghiacciaio del Piave (che non è certo se mantenesse tuttora per la sella di Padola una comunicazione colla massa glaciale delle Alpi centrali ma che sicuramente era in comunicazione con quella del Tagliamento pel passo della Mauria) nutrito dal suo principale confluente dalla valle del Cordevole, scendeva ad allagare il vallone amplissimo di Belluno, dove si stendeva per la larghezza di almeno 16 chilometri. Sulle sponde di questo vallone si innalzava di circa 400 metri e quasi altrettanti nel bacino d'Alpago, dove colmava il lago di Santa Croce profondo 70 metri. Si ritirava quindi lentamente, disseminando vastissimi rivestimenti di morene, specialmente sul versante meridionale a ridosso dei molli ondeggiamenti di quei colli, composti di rocce eoceniche e cretacee. La sella di S. Ubaldo (met. 708) non fu attinta in alcuna fase di questo periodo; le morene più elevate si osservano però sopra S. Gregorio ad un'altezza più considerevole (met. 800). Epperò sembra che il vastissimo allagamento di ghiaccio presentasse una sentita pendenza della sua superficie, così che rapidamente se ne spuntavano le propagini verso sud. La stessa ampiezza di questi cumuli morenici nel vallone di Belluno accenna ad una graduata scomparsa di questo ghiacciaio piuttosto che ad una ostinata persistenza della sua fronte presso agli sbocchi nel piano; nel qual caso si osserverebbero esclusivamente

(') Lucio Mazzuoli, *Le rovine di Vedana*; Belluno, tip. Guarnieri, 1875.

morene insinuate, ad altezze determinate e sempre ragguardevoli. Il signor Hörnes ebbe il merito di rilevare con molta esattezza queste vastissime morene e di segnarle nella bella Carta geologica, che accompagna l'opera del signor Mojsisovics; come ho potuto verificare esplorando quasi contemporaneamente e negli anni successivi quella regione. Osservai altresì che tanto nell'Alpago, quanto nel vallone bellunese le più alte morene sono sempre accompagnate verso monte da grandiosi cumuli di alluvioni affatto locali, le quali si ammassavano durante la presenza del ghiacciaio e poi vennero profondamente intaccate dalla erosione; esse non si devono confondere colle alluvioni e colle conoidi posglaciali, le quali sono esse pure terrazzate più o meno chiaramente pel fatto che i mutamenti climatologici e quindi le condizioni idrografiche non si sono cangiate in un batter d'occhio; per quanto il complesso dei fenomeni posglaciali porti ad ammettere una sollecita scomparsa dei ghiacciai quaternarî.

L'egregio signor dott. Fratini Fortunato, medico a Pedevena (¹) descrisse recentemente interessanti particolari dell'antico sviluppo dei ghiacciai in Val Tesino, e nella valle del torrente Lamon, che sbocca presso il detto paese. Osservò, oltre alla vasta morena insinuata e scaglionata a gradini, un deposito a strati regolari di sabbia e di argilla, che si appoggia alla morena e rappresenta assai bene un laghetto glaciale. Un lago consimile dovette esistere nella attigua valle del Cavorame, dove osservai presso Fraine e Pradel dei lembi di alluvione profondamente terrazzata, con sparsi dei materiali alpini. La valle del torrente Mis, che segue a mattina, fu percorsa da un ghiacciaio proprio, che si univa alla grande massa del vallone bellunese.

I porfidi augitici e le arenarie variegate sono tra gli elementi più caratteristici delle morene settentrionali di questo vasto allagamento di ghiaccio; mentre nelle morene meridionali hanno la prevalenza le puddinghe quarzose permiane del Comelico, con qualche masso di granito, che aveva prima valicato la sella di Padola. Per le morene più recenti e più basse, che stanno a valle della collina di S. Pietro in Tuba, sono distintivi i massi di calcare nummulitico che provenivano da quel cocuzzolo; ed essendo questo elevato soltanto quattrocento metri sul letto del Piave, tale abbondanza negli erratici della roccia eocenica dimostra che almeno da questo lato la potenza del ghiacciaio non era tale da permettergli che molto si espandesse più a sud.

Presso alla sella di Arten e per entro alla valle di Seren i depositi morenici sono abbondanti e contengono frequenti massi di granito, trasmessi dal ghiacciaio del Cismone. Nella valle di Seren trovai massi alpini fin sopra Zern; vale a dire, sin sopra la metà del suo decorso. Nelle valli del Calcino, della Valdumella e del Tergozzo, che confluiscono nel bacino di Alano, trovansi bensì frequenti massi erratici di rocce alpine; ma questi corrispondono alla massima espansione del ghiacciaio del Piave, quando esso valicava assai probabilmente il passo della Gallina, a sud-est di Seren e sicuramente allargavasi nell'ampio bacino di Alano dalla parte di Quero; ma vere morene in queste valli non si rinvengono. Bensì ne osservò a monte di Quero il signor dott. Arturo Rossi (²) ed anche sull'alluvione, preglaciale o interglaciale

(¹) F. Fratini, *Sugli antichi ghiacciai del Feltrino*. Annuario degli alpinisti tridentini. Vol. VII a. 1880-81.

(²) A. Rossi, *La chiusa di Quero e l'epoca glaciale pel Piave e pel Brenta*. Soc. ven. trentina, V, 1881.

se vuolsi, da cui è formato l'altipiano che porta il paese di Quero e poco più sopra, a Vas, si osservano cumuli morenici; abbastanza sviluppati per supporre quivi una sosta meno temporanea del ghiacciaio. Le più conservate morene alle falde del monte Tomatico e del monte Paoda, ai pascoli di Monte e di Roer, sono a duecento metri dal letto del Piave.

Nel bacino di Alano trovasi un'alluvione quaternaria, terrazzata, e per entro alla valle del Tergozzo, presso allo sbocco della valle di Paoda, sotto a Schievenin, evvi un vasto lembo di alluvione cementata, *preglaciale*. In una scontinuità di questo conglomerato osservai una bella grotta, d'onde furono dal sullodato signor A. Rossi e dal signor Luigi Rami estratti molti ossami di *Ursus spelaeus*. La giacitura di questa specie quaternaria torna assai preziosa, così per stabilire l'epoca preglaciale del conglomerato come per escludere in epoca dagli anfiteatri morenici la presenza quivi di un ramo o di una insinuazione del ghiacciaio del Piave; perchè il sito è poco discosto da Quero e l'apertura della grotta si eleva nemmeno cinquanta metri sul letto del torrente Tergozzo.

Per entro alle valli bellunesi le morene insinuate sono numerosissime e non poco contribuiscono a rendere quel paesaggio incomparabilmente artistico, mentre creano i tratti di suolo più feraci. Accennerò a quelle di Voltago, di fronte ad Agordo, di Vallada a nord di Forno di Canale, dell'alta valle Fiorentina, delle varie vallette dello Zoldiano, dei bacini di Padola e di Sappada, sopratutto a quelle che occupano vastissimo tratto della depressione da Valle a Pieve di Cadore ed alle altre che si stendono sulle più profonde rocce triasiche intorno a Lozzo, Vigo e Lorenzago e che il ghiacciaio del Piave depositò dopo di aver perduta ogni comunicazione col ghiacciaio del Tagliamento.

Depositi glaciali nelle valli secondarie tra il Piave ed il Tagliamento. — La valle dello Zelline fu occupata indubbiamente da ghiaccio; poichè se vi fosse anche mancato un ghiacciaio proprio (ciò che non poteva avvenire toccando quasi i duemila seicento metri le vette dolomitiche da cui essa è contornata) sarebbe stata invasa per la sella di S. Osvaldo (met. 846) dal ghiacciaio del Piave, il quale molto più a valle toccò l'altopiano del Cansiglio a 1100 metri. Troviamo inoltre presso Barcis ed Andreis cumuli caotici di massi calcarei e dolomitici, i quali meglio che frane sembrano morene. Certo è però che nel periodo degli anfiteatri i ghiacciai delle singole vallette confluenti, di cui le principali sono la Cimoliana, la Settimana e la Clautana, si erano fatti indipendenti. Epperò al punto di unione di queste valli formavasi un'ampia alluvione, alla base finissima come un deposito lacustre, la quale venne profondamente terrazzata in periodo posglaciale. Lo stesso avvenne per la valle del torrente Meduna, dove un'analoga alluvione con marcatissimi terrazzi si osserva intorno alle due borgate di Tramonti, e per le valli del Torre a Tanataviele di Musi e della Malina presso Forame di Attimis.

Quanto alla valle dell'Arzino, per la presenza di massi erratici alla sella di Verzegnis (met. 743) e nel canale di Vito d'Asio, io credo almeno molto verosimile che sia stata invasa da un emuntorio del ghiacciaio del Tagliamento nella fase di massima espansione. Ma nel periodo degli anfiteatri questo si limitava ad occupare la valle del torrente Melo per la sella, molto più bassa, di Cavazzo; arrotondando

mirabilmente così la dolomia, in cui è incisa la sella, come la cementata alluvione pliocenica, che forma il terrazzo di Cesclans (met. 392).

Anche il piano detto del Cavallo, a levante del monte omonimo ed a circa 1200 metri di altezza, venne invaso da una vedretta proveniente da quella bella vetta di calcare cretaceo (met. 2250); quivi le morene sono ancora conservatissime, specialmente dal lato sud, verso la valletta di S. Tomè. Potrebbe darsi che questa pure fosse stata invasa dal ghiaccio; mentre un altro ramo, per la valle del Tor. Caltea scendeva a congiungersi col ghiacciaio dello Zelline. Fatto sta che le falde orientali del monte Cavallo verso Budoia e Polcenigo furono occupate da ghiaccio, perchè vi si trovano non rari massi di puddinga permiana del Comelico. Le dette tracce di depositi erratici nelle valli secondarie del Friuli mi conformarono nel concetto della grande differenza di misura, che dobbiamo riconoscere per l'espansione degli antichi ghiacciai nelle due fasi o diremo piuttosto nei due periodi glaciali; come pure mi persuasero della probabilità somma che pel Veneto essi siansi spinti sin dove ora si stende il mare Adriatico.

Morene del ghiacciaio del Tagliamento. Da molti anni i signori Pirona e Mortillet [1] avevano messo in luce i principali fatti, che attestano la lunga fermata della fronte glaciale carnica allo sbocco della valle del Tagliamento; ed io non feci che esaminare i dettagli e rendermene conto meglio che poteva. Già dissi della comunicazione che dovette esistere, almeno nella prima fase dell'epoca glaciale, tra questo ghiacciaio e quello del Piave, da cui venivano trasmessi gli erratici di granito (che avevano varcato le selle di Toblach e di Padola) e gli abbondanti massi di puddinga permiana del Comelico e della valle del torrente Piova. Nella medesima fase il ghiacciaio carnico invadeva il bacino della Vinadia, spingendo le sue morene sino a Chinfani, a 700 metri sul letto del Tagliamento, e per la sella di Dagna (610 metri sopra il torrente But a Cedarcis) penetrava nella valle della Moggessa, circondando tutto all'ingiro il monte Amariana. Presso alle sue origini, il ghiacciaio del Tagliamento soperchiava il dosso tra i monti Ciancul e Pelois, occupando la depressione di Vignarosa (met. 877), seguìta dal fiume in epoca pliocenica. Come è naturale, tutte le alpestri valli confluenti nel Fella e nel Tagliamento avevano il loro ghiacciaio e taluno di questi si è per sempre staccato dal ramo recipiente, durante il periodo posglaciale, ed ha costruito morene per suo conto; come accadde pel ghiacciaio del Canino, in val di Resia. Per minuti particolari di questo bel sistema di fenomeni quaternarî rimando il lettore alla suaccennata mia monografia e alla descrizione della Carta geologica del Friuli. Ricorderò solo come l'anfiteatro morenico (assai bene conservato per aver le acque di disgelo per tempo sbarazzata la via attualmente percorsa dal fiume tra le rocce terziarie di Ragogna e di Pinzano) rappresenti fasi molto distinte. Nella prima, la fronte glaciale era unica ed edificava un primo gruppo di cerchie moreniche, delle quali la più elevata e più continua presenta i seguenti punti culminanti: colle di S. Daniele (met. 254); colle a nord di Fagogna (met. 265); colle di Moruzzo (met. 252); di Brazzano (met. 234); di Tricesimo (met. 225); di

[1] G. Mortillet, *Carte des anciens glaciers du versant italien des Alpes.* Atti Soc. ital. di sc. nat. Vol. III. Milano, 1860. — Pirona G. A., *Sulle antiche morene del Friuli.* Ibidem, Vol. IV, 1861.

Qualso (met. 295). Nella seconda fase veniva ad emergere dalla diminuita massa di ghiaccio il colle di Buja (met. 333) e la fronte glaciale si biforcava in due porzioni disuguali; così che le cerchie più recenti si coordinano in due sistemi di curve concentriche e sono sensibilmente più depresse della cerchia S. Daniele-Moruzzo.

Sono interessanti taluni particolari sopra la distribuzione del materiale morenico, in riguardo alla provenienza del medesimo. Sulla destra prevalgono gli elementi calcareo-dolomitici, le rocce permiane e le arenarie variegate. Sono poi caratteristiche le rocce importate dal Tirolo e dal Comelico. Sul colle di Buja e nelle vicinanze venivano invece a gettarsi le morene mediane, con elementi carnici; cosichè rinvenni, a cagion d'esempio, presso a Raspano del calcare saccaroide della valle del Degano con filoncelli di rame grigio e con larghe chiazze di carbonati idrati. La puddinga carbonifera della Pontebbana e della valletta di Nassfeld è poi caratteristica delle morene laterali di sinistra; e nel tratto inferiore a Gemona, al pari che nella porzione orientale dell'anfiteatro morenico, sono abbondantissimi gli elementi eocenici, franati dai prossimi dossi sopra Maniaglia e Montenars.

Potrebbe darsi che la valletta dell'Orvenco sopra quest' ultimo paese e quella del Torre sopra Tarcento sieno state sbarrate dal ghiacciaio e convertite in laghi laterali. Ritengo però più probabile che le alluvioni cementate, assai sviluppate in entrambe queste valli e profondamente incise dai rispettivi torrenti, spettino al periodo preglaciale, per non avervi mai riscontrato materiali alpini quali non potevano mancare almeno in vicinanza alle morene di sbarramento, che in un sito e nell'altro furono distrutte quasi completamente.

Il campo di Osoppo, vasto piano a monte dell'anfiteatro morenico, potè essere un lago temporaneo all'epoca del disgelo del ghiacciaio carnico; fu però prontamente interrato e le alluvioni posglaciali vi presentano tutte le gradazioni di pendenza e di grossezza di materiali, sino a ridursi alle bassure sortumose in cui serpeggia il Ledra coi suoi confluenti, tutti d' acque risultive. Il colle sul quale sta la fortezza di Osoppo e le propagini circostanti sono di rocce mioceniche, passanti al conglomerato pliocenico. Vi esistono banchi lignitici, coltivati per qualche anno con poco profitto.

Le morene insinuate non sono molto frequenti, come naturalmente consegue dalla orografia a monti assai scoscesi. Ed è singolare che di tali morene non ne esistano nemmeno dove avrebbero potuto assai bene formarsi e conservarsi, come nel bacino di Peonis e nella Valle Venzonazza. Ciò dipende, a mio avviso, dal fatto che il ghiacciaio del Tagliamento nella fase degli anfiteatri aveva sui lati e presso alla fronte un tenue spessore, come lo dimostra anche il sollecito suo dividersi all'ostacolo del colle di Buja.

Onde non esagerare l'idea della durata del secondo periodo glaciale, conviene por mente alla tenue potenza delle alluvioni incoerenti o di sfacelo morenico, che si stendono appena a valle dell' anfiteatro friulano, ed al fatto che alla base di questo affiora in parecchi punti l'alluvione *inframorenica*, cementata, la quale può darsi che corrisponda al lasso di tempo tra le due invasioni dei ghiacciai alpini. Tale alluvione va distinta dalla sarmatica dei colli di Ragogna, di Susans e di Osoppo, perchè questa venne fortemente sollevata, mentre il conglomerato quaternario che

affiora sotto le morene o sotto le alluvioni incoerenti mantiensi per quanto si può giudicare nella sua posizione originaria.

Depositi glaciali nella valle dell'Isonzo. Dopo le osservazioni delle quali diedi conto molti anni sono in una lettera diretta al mio riverito maestro ([1]) non trovai altre tracce della esistenza di ghiacciai in questa più orientale valle italiana. Si riducono a cumuli morenici a sud di Tolmino, dove rinvenni anche ciottoli striati, ed a ponente di Starasella, dove potrebbero piuttosto esser frane modellate dalla erosione come quelle di Mori e di Vedana; oltre ai massi sparsi di porfido, trovati presso a Saaga ed a Flisch ed all'evidente arrotondamento delle falde circostanti al passo del Prediel (met. 1165). Alcuni anni dopo trovai un grosso masso di porfido felsitico sul colle di Buja ed altro minore sul Carso di Monfalcone e ne trassi indizio di una grande espansione del ghiacciaio in discorso, abbondantemente nutrito dalla massa agghiacciata che si era indubbiamente condensata alla confluenza della valle di Gail con quella della Drava, Capisco, le prove sono esigue ma esistono e non si ponno spiegare altrimenti; mentre concordano con altri fatti nel dimostrare lo sviluppo incomparabilmente maggiore, che ebbero nel primo periodo i ghiacciai alpini in confronto dei limiti segnati dei noti anfiteatri morenici subalpini. Del resto non occorre notare come la ricerca delle tracce glaciali in questa valle esclusivamente calcareo-dolomitica in alto, scavata più in basso in terreni terziari ridenti di bella vegetazione e poscia rinserrata in una chiusa tra i calcari a rudiste di monte Santo e monte S. Valentino, sia ancora meno agevole che per la valle del Brenta; quindi ancora più incerto è il limite che il ghiacciaio vi mantenne nel periodo degli anfiteatri; limite che approssimativamente ho posto presso a Tolmino, allo sbocco dell' importante vallata dal fiume Idria.

CAPITOLO XXI.

Alluvioni quaternarie ed attuali.

Mentre i dati a proposito delle alluvioni presentano una relativa abbondanza per le due provincie di Treviso e di Udine, essi sono estremamente scarsi, almeno per quanto io conosca, pel restante della veneta pianura e dal punto di vista geologico anche per la regione di delta del fiume Po. Onde la mia trattazione di questo argomento, che pur sarebbe sommamente importante, non può essere che imperfetta e spoglia di quei fatti positivi, che potrebbe fornire uno studio delle condizioni meccaniche, fisiche e chimiche del suolo agrario. Mi sembra però che possa mantenersi la distinzione in alluvioni grossolane ed in alluvioni minute, così per le quaternarie e terrazzate, come per le posglaciali e storiche, con terrazzi alveali variamente rimutatisi in tempi non lontanissimi (specialmente se si pone tra le une e le altre la zona di rinascimento delle acque risultive); e quindi la adottai nelle mie Carte geologiche. Il signor Enrico Paglia, nel suo ultimo pregevolissimo lavoro sulla provincia

([1]) T. Taramelli, *Sui ghiacciai della Drava, della Sava e dell'Isonzo.* Atti Soc. ital. di sc. nat. Vol. XIII, 1870.

di Mantova si è ad un dipresso attenuto ad una divisione consimile ed appunto sulle sue orme imprendiamo una sollecita rivista della pianura a levante del Mincio. Per ulteriori notizie il lettore potrà consultare il libro del signor Omboni: *Le nostre Alpi e la pianura del Po*, ed alcuni miei scritti, che ho nei precedenti capitoli più volte ricordati.

Alluvione del Mantovano e del Veronese. — Una continua zona di arida pianura, ghiaiosa, inclinata in media del 7 per mille, recinge tutto all'ingiro la fronte più esterna dell'anfiteatro gardense. Il Chiese la contermina a ponente, il Mincio la attraversa a mezzodì con ampio terrazzamento e verso mattina la solca il Tione con una conoide, solo per breve tratto terrazzata. Secondo il prof. Paglia, il terreno sino a varia profondità si presenta ghiaioso e sabbioso con banchi disseminati di grossi ciottoli, ora dilavati e sciolti, ora impastati da un'ocra assai analoga al *Ferretto* di Lombardia. Talora le acque hanno esportato le sabbie ed il minuto materiale marnoso, consolidando i residui con cemento calcareo sotto forma di puddinga cavernosa. Gli elementi granitici e porfirici non vi rappresentano che il quaranta per cento, per la ragione che si disse nel capitolo precedente. Appena più a valle gli elementi si attenuano quasi improvvisamente e presto si giunge alla zona di rinascimento delle acque risultive; la quale da Carpenedolo, presso al Chiese si svolge per Medole, Goito, Roverbella, Termine, Povegliano, Castellazzano e poi ripiega a mattina, parallelamente al corso dell'Adige. Quivi il terreno sabbioso ed argilloso presenta frequenti concrezioni calcareo-marnose, dette *castracane;* come si osserva in Lombardia per analoghe alluvioni del Lambro, nei dintorni di S. Angelo e Villanterio. Giovi però notare come nel Mantovano, al pari che nella bassa Lombardia e nel Friuli occidentale, esista un terrazzamento marcatissimo anche di questa alluvione più fina e pianeggiante; in essa essendo scavati il corso del Chiese e dell'Oglio, l'ampia vallata del Mincio coll'artificiale allagamento di Mantova ed i due deflussi di questo allagamento, pel Mincio propriamente detto e pel decorso del fiume Viva. Anzi anche a sud del corso del Po sia verso la Tagliata di Guastalla, si scorgono alluvioni più o meno distintamente terrazzate e che sono probabilmente del periodo degli anfiteatri. Quivi il Po ha presentato, almeno negli ultimi secoli, una marcata tendenza di poggiare a settentrione, per la prevalenza delle alluvioni apenniniche; ciò in opposizione a quanto questa corrente deve aver presentato durante le prime fasi del suo stabilirsi, quando scaricava le acque di disgelo dei ghiacciai arrestati agli sbocchi delle vallate alpine [1]. Cessata la foga delle correnti alpine, terrazzanti i rispettivi *talus* nell'epoca posglaciale, continuarono e progredirono le conoidi e le alluvioni apenniniche; d'onde l'accennata tendenza a sinistra del Po.

[1] Alla base delle alluvioni terrazzate del Mantovano, al pari che sotto alle sabbie ed alle minute ghiajette del Ticino, del pari terrazzate, nei dintorni di Pavia esiste un vasto letto di argilla compatta, il quale rappresenta quello stato palustre che la valle padana ha indubbiamente attraversato passando dalla idrografia pliocenica alla quaternaria. Colà si chiama il *Tivaro*, presso Mantova si osserva quasi met. 5 sul livello marino, sotto il Po a Borgoforte a met. 6,25 e sotto Peschiera a met. 20,20 e met. 60 sotto la superficie. Non credo che alcuno potrà ritenerlo un deposito marino; per analogia a quanto osservai in Lombardia io escludo questa supposizione.

A proposito dei cangiamenti, che questo fiume ha presentato nelle ultime epoche, devo al signor Paglia il seguente sunto, da lui medesimo favoritomi, delle sue osservazioni ed induzioni, svolte molto ampiamente nell'opera sullodata.

«Il Po, verso il 1400 toccando Brescello si avviava a Guastalla, dove dividevasi in più rami. Il principale di questi è l'attuale colatore, che serba il nome di *Po-vecchio*. Piegava esso da Guastalla a Luzzara e seguendo l'alveo tuttora riconoscibile, largo sino 200 metri e con terrazzi da 3 a 5 metri d'altezza, che passa per Gonzaga e Pagognaga, si dirigeva a sud di S. Benedetto verso Bugno-Martino. Quivi confluiva coll'altro suo ramo, proveniente da Guastalla nella direzione della attuale Fossa Madama e denominato fiume *Gonzaga*. Seguendo quindi l'avvallamento di Zelo, per cui scorre la Fossalta, il Po-vecchio sebbene in parte confondesse le sue acque col Lirone, divideva tuttavia il territorio di Quistello da quello di S. Benedetto, detto perciò Po-Lirone, per formare poi un solo canale verso Sermide insieme al Bondeno, al Garello ed al Secchia, detto allora *Situla* e *Sicla*.

«Tra Brescello e Guastalla le acque del Crostolo e degli altri fiumicelli apenninici venivano formando l'antico Bondeno, corruzione di *Bodinum*, antico nome del Po. Esso per le valli guastallesi e della Mirandola scendeva, in direzione dei canali Parmigiana e S. Martino, nel Ferrarese col Po-vecchio; principalmente dopo lo scavo del canale d'allacciamento detto la *Tagliata*, operatosi nel 1218 ed avanti che la Secchia venisse a dividere l'Oltrepò mantovano in due parti.

«Prima della rotta dell'argine sinistro del Po a Ficarolo, avvenuta nel 1150 e per la quale esso prese la direzione attuale del Po di Venezia, allontanandosi da Ferrara, il Gavello ed il Secchia erano due corsi d'acqua distinti. Il primo si dirigeva verso Quarantoli a Burana e passando sotto Mirandola si univa al Bondeno, per gettarsi insieme col Panaro e col Reno in mare. Il Secchia, dopo la sua invasione nelle valli di Mirandola fino al secolo XII e sino alla sua inalveazione superiore al paese di Concordia nel secolo seguente, continuò a scorrere parallelo al Bondeno ed a confluire con esso verso Tramuschio. Solo dopo il 1400 venne condotto a sboccare nel Po-Lirone, come vedesi attualmente, quasi rimpetto alla foce del Mincio nel Po.

« Parimenti fino al secolo decimoquinto ebbero corso distinto alcuni rami secondari del Po superiore scorrenti alla sinistra pel territorio di Viadana e di Sabbioneta; insieme ad un ramo dell'Adda ad un altro dell'Oglio, che sotto il nome di *Bozza* passava per l'alveo abbandonato tuttora visibile nelle vicinanze di Bozzolo. Riunitesi poi queste acque, formavano parallelamente al Po-vecchio una corrente nella direzione dell'attuale Delmona-Navarolo e della Zara. Di questi antichi fiumicelli si hanno ancora le tracce nel Viadanese e nei territorî di Mottegiana e di S. Benedetto Po-Girone.

« L'Oglio col suo corso principale non ebbe che a serpeggiare per la larga *regona*, scavata dalle sue acque e che tuttodì vedesi dominata da ben disegnate terrazze, sino al suo sbocco nel Po attuale poco sopra Borgoforte. In questo punto dopo il 1400 un ramo antico del Po, che da Guastalla nelle maggiori piene veniva a mescolarsi alla Zara, divenne il Po principale e l'Oglio vi si confuse perdendo il nome e l'alveo. Prima di quell'epoca, questo tratto dell'Oglio di Borgoforte a S. Benedetto ed anche più in basso, a cui si univano le acque dell'Osone e di qualche ramo inferiore d.l

Mincio inferiore, formava un largo stagno distinto col nome di *Larione* o *Largione*. Si vede da ciò che mentre si terrazzavano le alluvioni antiche sulla sinistra del Po per opera dei suoi confluenti alpini, la colmata per parte dei torrenti apenninici della valle padana produsse un declivio sempre più sentito verso nord-est, obbligando il Po ad allinearsi sempre più a settentrione dell'asse mediano della valle.

« Il Mincio era navigabile dal lago di Garda a Mantova, tanto nei tempi romani ed all'epoca del dominio veneto come dopo, sino al 1706 per un suo canale, detto Naviglio di Goito. Prima della formazione dei laghi intorno a Mantova, avvenuta artificialmente nel 1198, il Mincio serpeggiò per una vasta *regona* (alveo terrazzato) dominata da altissime terrazze, quali si ammirano tuttodì lungo l'intero suo corso. La città di Mantova venne fondata dagli Etruschi in tempi remotissimi sopra alcune isolette tra alcuni rami del Mincio. Questo, dopo di aver ricevute a sinistra le acque di un antico torrentello, detto Derbasio, fu condotto a sboccare nel Po sotto Governolo, come vuolsi da Quinto Curio Ostilio 130 anni prima di Cristo. Prima di tale epoca, il Mincio inferiore, seguendo l'avvallamento per cui ora scola il *Fissero* nelle valli ostigliesi, si scaricava in mare per le *Fosse Filistine,* attribuite agli Etruschi. Ad Ostiglia il Po comunicava per la fossa *Olobia* colle valli del Tartaro orientale, dove spaziavano le acque fluenti dalle sorgive alla base del cono di deiezione, tra il Mincio e l'Adige. Tali acque erano principalmente: l'*Allegrezza*, gli *Eseri* e gli altri torrentelli che scorrevano per l'alveo terrazzato, dove poi fu condotto nel 1473 il canale artificiale estratto dal Mincio, detto la *Molinèlla;* la Demorta, influente a destra nel Tione ».

Procedendo verso mattina, lasciate le terrazze alluvionali dell'Adige sotto Verona, vediamo come le conoidi delle vallette secondarie tra questo fiume ed il Leogra sieno assai poco sviluppate e che l'alluvione piana, ad elementi minuti, con materiali assai decomposti e perciò a mio avviso quaternaria piuttosto che posglaciale, invada anzi la depressione tra le falde prealpine ed il gruppo berico, e come seppellisca la scaglia rossa nel tratto tra questo gruppo e gli Euganei. D'onde provenisse questa alluvione, specialmente per l'ultimo tratto di bassopiano non è facile di precisare; nè si ponno fissare i confini tra l'alluvione minuta quaternaria e l'alluvione del pari minuta del periodo dei terrazzi; essendo assai probabile che questa a quella si sia sopraposta o justaposta senza disturbarne, anzi sempre più regolarizzandone la superficie. Soltanto un dettagliato studio chimico della varia natura sulle alluvioni nelle diverse località potrebbe dare argomento a meno fallaci induzioni.

Quanto all'Astico, la sua conoide quaternaria depositata quando esso sboccava diritto nel piano senza incidere i colli terziarî da Chiuppano a Zugliano, è evidentissima e limitata pur essa a valle da bella zona di risultive. Consta di elementi calcareo-dolomitici, con doleriti assai decomposte negli strati superficiali. Alcuni vogliono che tale corso dell'Astico sia di epoca storica e fosse il *Medoacus minor;* però il profondo terrazzamento lungo il decorso attuale dice questo di data più antica [1].

[1] Il signor Francesco Molon (*Sulle alluvioni antiche sul bacino di Colzè*. Atti dell'Accademia olimpica, 1875) fa notare come nella tavola Peutingeriana il *Medoaco minore* giunga sopra Vicenza e Padova; mentre il nome di Astico compare soltanto nel 976 e prima del 1074 nessuno scritto rammenta il Bacchiglione.

Il Bacchiglione si nutre delle risultive alla base della conoide dell'Astico; il fiume Tesina rappresenta un decorso di questo o come alcuni vogliono del Brenta.

L'ampia conoide terrazzata di questo fiume ha senza dubbio una considerevole potenza, come lo dimostra il pozzo alla stazione ferroviaria di Bassano, del quale presentò la sezione il signor A. Secco e che si spinge sino a 68 metri, tra materiali alpini e quasi sempre incoerenti. I terrazzi, specialmente sulla destra, si sfumano assai presto ed il fiume anche in epoca storica ha presentato non poche mutazioni come lo dimostrano gli scavi fatti a Colzè, di cui dà ragguaglio il signor Molon. A nove metri fu trovato un cranio umano con testa completa di *Cervus elaphus* e quasi un metro al di sotto, un puntone di ferro. Secondo questo egregio naturalista, il Brenta ebbe in epoca recente un decorso assai più a ponente e si gettava verso Longàre, presso le falde del gruppo berico, ad un dipresso come fa ora l'Astico col Tesina. Quanto al suo decorso inferiore, è noto che fu ripetutamente mutato, allo scopo di mantenere libera per quanto fosse possibile la veneta laguna. Prima della metà del secolo decimoterzo aveva esso foce a Fusina, ma fu condotto a sboccare nella laguna di Malamocco pel canale la *Tajada.* Nel sedicesimo secolo, insieme al Bacchiglione fu guidato nella laguna di Brondolo, quindi nel 1842 di nuovo nella laguna di Chioggia. Io credo che il *Canal grande* di Venezia rappresenti un antico decorso del Brenta o di un suo ramo; come in generale i canali di laguna non si ponno spiegare altrimenti se non ritenendoli altrettanti alvei di corsi d'acqua scorrenti per terre prima emerse. Presso al lido le alluvioni minute dei varî fiumi devono essersi in vario modo commiste per un intreccio di fiumi e di rami di fiume; tantochè non deve esser facile distinguere la provenienza loro anche conoscendone la natura.

A mattina del Brenta troviamo appoggiate alle falde montuose le ampie conoidi di Borso e di Crespano; alla loro base sporgono i cocuzzoli di una sepolta regione collinesca, che poi si continua coi colli asolani. Più ad oriente si stendono le due conoidi del Piave, l'una col vertice tra Caerano e Cornuda e l'altra in corrispondenza del decorso attuale. Qui è avvenuto qualcosa di somigliante a quanto successe per l'Astico; essendochè in epoca posglaciale il fiume si è gettato sulla sinistra, anche a costo di aprirsi il varco attraverso falde di colli ed ha lasciato intatta o quasi la conoide quaternaria. Non voglio però escludere che sì per l'Astico come pel Piave le acque nelle piene dell'epoca glaciale (prescindendo dalla supposta, prima e massima invasione dei ghiacciai alpini) fossero tanto abbondanti da far crescere quasi simultaneamente entrambe le conoidi; a preferenza però cresceva quella sul cammino più rettilineo e più sbarazzato. Per tal modo, venuta l'epoca dei terrazzi, il fiume si tenne alla conoide meno elevata e non potè se non nelle maggiori escrescenze invadere la conoide più elevata. Sulla più recente conoide del Piave avvennero di certo assai recenti cangiamenti di letto, ed uno di questi per l'abbandono del decorso segnato dal Piavon di Oderzo. La continuità della *via Postumia* sin quasi presso all'attuale decorso del fiume Piave, sotto Maserada, e la sua interruzione presso Oderzo fanno credere che nelle ultime epoche le migrazioni del Piave sieno a preferenza avvenute verso ponente.

Il passaggio dalle alluvioni grossolane, assai bibule, piuttosto sterili, alle feracissime del basso Trevigiano è piuttosto rapido; come assai di frequente si osserva

entro la zona di rinascimento delle acque. A proposito di queste, è assai interessante lo scorgere come nelle vicinanze di Treviso esse abbiano un decorso a mattina anzichè a mezzogiorno, così che il Sile ripiega verso il mare le sue tortuosità soltanto all'incontro della conoide del Piave. È noto che il decorso di questo fiume nel tratto di bassopiano fu nel secolo decimosettimo deviato verso il Porto di Castellazzo ed il suo letto fu occupato dal fiume Sile.

Quanto al banco di Castellazzo, che si osserva a qualche chilometro dalla spiaggia, io lo ritengo un residuo di antico cordone litorale, come quello di Caorle ed i più alti rilievi di terreno sabbioso, talora di sabbie cementate, che si osservano a Belvedere di Aquileja e nella laguna di Grado. Del resto, il ricostituire per questa importante regione, in base a documenti storici, le scomparse idrografie è lavoro di lunga lena, al quale non sono punto preparato; ma esso potrebbe essere utilmente compiuto, qualora ad un geologo si associasse uno storico o questi con quello si affiatasse.

Anche per le alluvioni friulane, sebbene di regione ove dimorai a lungo e sempre ricercando quanti dati potessero guidarmi in simile studio, non ho potuto riuscire a molto sicuri risultati. In epoche recenti i fiumi Tagliamento, Torre ed Isonzo, hanno ripetutamente invaso i decorsi che tennero in tempi antichissimi; ma per quanto grandi sieno state le escursioni posglaciali, esse avvennero sempre nel limite delle alluvioni non terrazzate, anzi nel limite dei rispettivi prisma di deiezione, proiettantisi in mare con apparati litorali per conseguenza assai antichi, che all'epoca romana erano forse più estesi e più completi di quanto al presente si osservi. Ciò in armonia col fatto della sommersione recente della spiaggia adriatica e forse anche della catena alpina, ed all'altro fatto che le più sostanziali mutazioni climatologiche, alle quali è legato il passaggio dal periodo degli anfiteatri al periodo dei terrazzi, avvennero in un tempo incomparabilmente più antico di ogni ricordo storico, anzi di ogni orma preistorica. Alla quale persuasione vedonsi mano mano accostarsi, per poco che vogliano guardare di fronte i fatti, anche i più arditi sostenitori della straordinaria antichità della nostra specie, o diremo più precisamente dell'uomo in Europa [1].

Nella monografia suaccennata sui terreni alluvionali e morenici del Friuli trattai delle singole conoidi quaternarie e posglaciali con qualche diffusione. Qui ricorderò semplicemente come i più grandiosi *talus* esistano dove non si estesero ghiacciai in epoca degli anfiteatri; cioè nel tratto dal Livenza al Tagliamento e dal Torre all'Isonzo. In corrispondenza alla fronte morenica, la molteplicità delle correnti di disgelo che disperdevano il materiale erratico impediva che quivi si formasse una sola e potente conoide, quale si sarebbe accumulata se il ghiacciaio carnico si fosse arrestato, ad esempio, presso Venzone. Le conoidi dello Zelline e del Meduna hanno una pendenza eccezionale, a monte sino del 15 per mille; che però va scemando sino al più normale 7 per mille sopra Pordenone. La natura di queste conoidi è calcareo-dolomitica con qualche ciottolo selcioso del Lias e dell'eocene. La potenza di questa alluvione

[1] T. Taramelli, *Dell' esistenza di un' alluvione preglaciale* ecc. Atti Ist. veneto, 1871; *Escursioni geologiche fatte nell' anno* 1871, Udine, 1872, Ann. Ist. tecn.; *Descrizione geologica del Circolo di Gradisca e Monfalcone*. Udine, 1872; *Sunto di cinque lezioni popolari di geologia*. Udine, 1874; — *Sugli scavi di Concordia*. Venezia, 1874. — *Di alcuni oggetti dell'epoca neolitica, rinvenuti nel Friuli*, con tav. Udine, 1874; *Descrizione della Carta geologica del Friuli*. Pavia, 1881.

sopra le puddinghe plioceniche deve essere assai grande se a Sedrano, a S. Leonardo ed a S. Quirino furono attraversate nell'escavo di pozzi sino a 90, 110 e 125 metri, senza trovare nè il detto conglomerato, che vediamo inclinare fortemente a sud-est ai colli di Budoja e Polcenigo, nè altra alluvione cementata che si volesse ascrivere alla prima fase dell'epoca quaternaria, come il *ceppo* di Lombardia e del Friuli occidentale.

Le alluvioni di sfacelo morenico costituiscono tre conoidi chiaramente terrazzate. Quella che corrisponde all'attuale decorso del Tagliamento si estende a valle per venti chilometri con pendenza dal 7 al 5 per mille; quella del Corno ha un raggio di tredici chilometri colla media pendenza del 7, 3; la terza conoide, del torrente Cormor, affiora per la lunghezza di nemmeno dieci chilometri, da Tavagnacco a Basaldella, colla pendenza media del 7, 5. Sino dall'epoca delle oscillazioni retrograde della fronte glaciale nell'area dell'anfiteatro, il Cormor ed il Corno ebbero quindi minore portata del Tagliamento; ciò che non toglie che nel periodo degli anfiteatri essi esercitassero un potere erosivo incomparabilmente sproporzionato all'attuale temporanea portata di questi corsi d'acqua. Tutte e tre queste conoidi furono terrazzate tanto profondamente da incidere anche l'alluvione ipomorenica sotto Ragogna, alle Rive d'Arcano e sotto Castellerio e Pagnacco, dove fu osservata anche dal signor De Mortillet. Per questa regione deserta e poco produttiva con grande sacrificio della provincia fu derivato un canale di irrigazione dal Ledra e se ne spera quel beneficio che da analoghe opere hanno tratto le pianure terrazzate dell'alta Lombardia.

La conoide del Cormor è limitata verso mattina dalla conoide posglaciale del torrente Torre, del quale il *talus* quaternario è poco sviluppato; forse perchè per buona parte del periodo secondo glaciale esso venne sbarrato dal lato sinistro del ghiacciaio carnico. La base della conoide terrazzata si scorge tra Beivars e Lovaria, con una pendenza quivi del 5, 4 per mille. A mezzodì dei colli di Buttrio vi è un lembo di alluvioni terrazzate, che furono deposte dal Torre e dal Natisone, insieme al tributo dei corsi d'acqua scendenti da quel piccolo rilievo eocenico. Le alluvioni del Torre sono calcari, con pochi elementi alpini, rapite alle morene di Molinis e di Qualso. Sono copiosi anche i ciottoletti selciosi provenienti dallo sfacelo delle puddinghe eoceniche o direttamente dalle rocce giuresi.

Le alluvioni quaternarie del Natisone formano l'ultimo lembo di piano declive; dalle falde collinesche a Premariacco hanno una pendenza dell'8 per mille, che però presto si riduce quasi alla metà sino alla confluenza del Natisone nel Torre. La conoide terrazzata dell'Isonzo si presenta distintissima da Podgora, di fronte a Gorizia, sino a Romans e nell'eroderla il fiume ha lambito a levante la collina eocenica di Farra ed ha messo a nudo il cocuzzolo calcare, liburnico o turoniano, su cui posa il castello di Gradisca.

Le alluvioni quaternarie livellate o di lavaggio, comparabili con quelle della bassa Lombardia, sono pressochè esclusive al Friuli occidentale; stante la tenue estensione, che quivi attinsero le conoidi dello Zelline e del Meduna. Sono limitate a monte dalla zona di rinascimento, dove originano le principali scaturigini del Livenza e del fiume Meduna. A levante del Tagliamento, di queste alluvioni livellate e terrazzate

se ne scorge un piccolo tratto nei dintorni di Torsa, Pocenìa e Flambruzzo. Io credo che si continuassero colle accennate vestigia di apparato litorale al banco del Cortellazzo, a Caorle, a Belvedere e nella laguna di Grado.

Quanto alle singole conoidi posglaciali, esse compaiono in bianco nella Tavola III e poco si scostano dai corsi d'acqua attuali o dai decorsi abbandonati in epoca storica. Alla loro base pure si avverte una zona di rinascimento delle acque, che forma la continuazione con quella del Trevigiano e che per un certo tratto del Friuli è seguìta dalla Stradalta, probabile prosecuzione della Postumia.

Alcuni autori, tra questi il Lyell [1] affermano che l'Isonzo in epoca romana passasse per Ronchi e che quivi esistesse un ponte, che il Berini ritiene essere quello stesso, che gli Aquileiesi hanno distrutto nel 234 dell'êra volgare per ritardare la marcia di Massimino. Per quanto però si può desumere dalle condizioni di superficie del territorio di Monfalcone, cui io ho potuto conoscere in base ad una dettagliata mappa quotata, non si trova alcuna vestigia di un meno antico decorso del fiume nel tratto di paese rasente al Carso; mentre che essendo quivi il terreno assai depresso in confronto alla conoide posglaciale del fiume, non è poi facile capire come questo avrebbe potuto così presto abbandonare tale bassura prima di averla ricolmata. Si aggiunga che i due frammenti di manufatto quivi rinvenuti rappresentano un'anfora ed una sirena. Quindi meglio che ad un ponte potevano corrispondere a qualche fonte, in seguito dispersa. Ed a proposito, ricorderò per incidenza come quivi, presso ad un dosso interrato, si osservino le fonti termali di Monfalcone e le famose sorgenti del fiume Timavo. Queste, a quanto descrivono Plinio e Strabone, scendevano con rumorosa cascata nel mare, mentre ora danno origine ad un grosso corpo d'acqua quasi a livello dell'alta marea. Le fonti termali di Monfalcone, allineate secondo il meridiano con quelle di Isola e di Sovignacco presso Pinguente, in Istria, ponno avere un significato non trascurabile nella vulcanologia della depressione adriatica. Le mutate condizioni delle fonti del Timavo ponno essere altra delle conseguenze di quella sommersione, che le alluvioni di Venezia dimostrano sicuramente avvenuta e che parecchi dati raccolti dagli autori riguardo alle spiagge ed alle isole dell'Istria e della Dalmazia farebbero credere avere interessato anche le rocce in posto e quindi non doversi ascrivere, come pensava il signor Mortillet, ad uno scivolamento delle alluvioni. Forse sarà intervenuto qualche movimento localizzato alla massa alluvionale, che lentamente cangiava il suo volume per pressione e per movimenti molecolari; ma queste cause locali od altre che si potessero immaginare non sono efficaci e verosimili quanto la oscillazione negativa delle rocce in posto che accolgono il vasto bacino adriatico.

All'epoca posglaciale vanno del pari ascritti gli enormi *talus*, che si espansero nei tratti di valle e nelle valli principali, tenute dai ghiacciai sino all'epoca della pronta ritirata di questi. Ve ne sono di enormi, tanto in area scistosa, come quelli della valle di Levico, quanto in area calcareo-dolomitica, quali sono i Rivoli Bianchi e la conoide di Amaro, nel Friuli; oppure in area arenaceo-marnosa, come ne porgono esempio quelli dello Zoldiano, di Agordo, di Auronzo, di Forni inferiore, di

[1] *Principes de géologie.* Vol. II, cap. V, pag. 171.

Ovaro, ed appena sotto Pontebba. A proposito di queste regioni di massimo sviluppo delle arenarie, specialmente delle arenarie marnose e degli scisti di Wengen e di S. Cassiano, ricorderò come in queste località, presso Cortina d'Ampezzo, nell'alto Zoldiano, nella valle dell'Aupa ed in altre località, sono piuttosto che frane sterminati sfasciumi di monti, che si muovono a valle lentamente, in vario modo distorcendosi e deformandosi. Inoltre abbiamo gli scoscendimenti posglaciali straordinariamente sviluppati nella valle del Boite, allo sbocco del Cordevole, al passo di S. Boldo, al monte Miesna presso Feltre, a Fadalto, entro le valli dello Zelline, e quelli storici e recenti di Alleghe (1770), di Caurìa, di Borca, di S. Vito (1852), di monte Auda (1740), di R. Randine, di R. Moscardo; i quali valsero a modificare più o meno la conformazione della superficie nelle regioni dove avvennero. Dal vedere tanto sviluppo di frane posglaciali nella zona delle prealpi lombardo-venete mi venne un dubbio, che però esposi con molto riserbo; se cioè questi scoscendimenti accennassero mai a qualche periodo sismico, sullo scorcio dell'epoca quaternaria (¹); e questo dubbio richiamo al lettore, il quale certamente ricorderà le frane di Mori e le Marocche, a queste concedendo più o meno stretti rapporti col trasporto glaciale.

Finalmente tra le formazioni posglaciali ricorderemo le deiezioni, che ridussero gradatamente la superficie dei laghi orografici, di cui i principali oltre al Garda sono: quelli di Fimon, di Mareno, di S. Croce, il lago Morto ed il lago di Cavazzo o di Alesso; e le *torbiere,* di cui le più produttive appartengono alla regione morenica del Garda e del Friuli ed al limite tra l'altopiano ed il bassopiano sopra Treviso e Castelfranco.

Onde rendere meno incompleto il presente riassunto delle formazioni alluvionali nel Veneto, sperava di poter aumentare la lista dei dati risguardanti gli escavi dei pozzi, di cui pubblicai una prima serie di 141 nella *Descrizione geologica del Friuli:* ma non ho potuto raccogliere che un'ottantina di dati sulle alluvioni del Trevigiano e questi a poca profondità (al massimo di 27 metri a Susegana). Epperò ho rimandato ad altro tempo il trattare con dettaglio di questo assai importante argomento.

CAPITOLO XXII.

Conclusioni.

Nella rapida rivista delle formazioni geologiche nell'area veneta e delle accidentalità stratigrafiche, da queste subìte a cagione del progressivo corrugamento e delle fratture a questo collegate, abbiamo potuto spiegarci così le differenze, che quest'area veneta presenta in confronto delle attigue regioni alpine, come i peculiari caratteri orografici dei diversi tratti di quest'area. Quasi sempre la natura litologica delle formazioni, piuttosto che la posizione tectonica loro, comparve come la causa prossima del vario carattere orografico; ad esempio nelle regioni paleozoiche od azoiche e nelle triasiche. Talvolta il momento orografico era anche strettamente

(¹) T. Taramelli, *Di alcuni scoscendimenti posglaciali nelle Alpi orientali.* Rend. del r. Ist. lombardo, 10 febbr. 1881.

legato alla regolarità delle curve stratigrafiche, ad esempio nell' altipiano dei Sette Comuni e nelle prealpi trevigiane e veronesi. Se non che tornava importantissima anche in questi casi l'omogeneità della potente massa delle dolomie e dei calcari mesozoici; la quale se fosse mancata e se si fossero ancora quivi presentate quelle eteropìe che in terreni isocroni si avverarono nella Lombardia, egli è certo che anche questa analogia del Carso, questo ricordo del Giura, sarebbe stato dalla erosione plasmato sotto un tipo orografico assai più mosso. D'onde consegue che anche a priori non si possa escludere questo nesso principalissimo tra l'orografia e la composizione litologica di una regione, che in fatto io riscontrai anche nei più minuti dettagli.

Inoltre abbiamo veduto come con molta probabilità anche talune delle più importanti fratture, talune delle più strane risvolte delle pieghe stratigrafiche e certe delimitazioni di accidenti stratigrafici ponno essere stati causati dalla composizione litologica delle masse corrugate. Può darsi infatti che il nodo di granito nel sotterraneo rilievo delle formazioni protozoiche della Valsugana abbia determinata la linea di frattura, che passa per quella regione; siccome la irregolarità del sottosuolo protozoico determinò gli affioramenti di Recoaro, di val Leogra e di val Posina, e nel confine settentrionale dell' area nostra la frattura di Wilnöss e di Falzarego. Può darsi ancora che appunto nella Valsugana le formazioni mesozoiche e cenozoiche si arricciassero come hanno fatto, con distorsione dell'asse stratigrafico, perchè quivi erano meno potenti. Nè deve essere casuale quel presentarsi della insenatura e della frattura di Schio proprio al limite orientale della prevalenza dei calcari nelle formazioni eoceniche e lateralmente ai detti affioramenti di rocce antiche nel Vicentino.

Io penso che la ricostituzione delle orografie passate, in base alle più evidenti condizioni stratigrafiche, sia per riuscire sempre assai difficile ed anche se teniamo conto delle eteropie nelle varie formazioni, dobbiamo confessare che talora ci troviamo di fronte a fatti molto strani; come, per citare un esempio, a proposito dei banchi fillitici e lignitici con strati di megalodi del Giura inferiore, ed ancora dei banchi di stipite nelle dolomie retiche del Friuli. In molti casi però i periodi per questa nostra area continentali o la prossimità delle terre emerse vengono attestati molto chiaramente dalla composizione litologica, oltre che dalla natura delle faune e dalle flore, come pel Carbonifero, pel piano di Wengen nel Bellunese e nella Carnia e per l'Eocene, specialmente ad est del Brenta. Di più, l'orografia a banchi corallini o precede di poco, od accompagna o segue questi piani con formazioni continentali e litoranee; così che meglio si precisa il ritmo delle antiche oscillazioni della crosta. Ma sono sempre scarsi barlumi, insufficienti a mettere sulla via per rappresentare le orografie anche solo dei periodi anteriori all' Eocene.

Tuttavia giova tenerne calcolo. Epperò non è senza importanza il poter affermare che dopo un periodo continentale carbonifero, rappresentato da potenti conglomerati, che a Pontebba sono pressochè identici a quelli di Manno, presso Lugano; ed il poter scorgere quello sfumarsi della formazione d'acque salmastre che è il piano a Bellerophon verso il Vicentino, considerando la presenza nella Val Trompia delle piante fossili permiane e nella Lombardia occidentale dello straordinario ed

esclusivo sviluppo delle rocce aggregate, a questo livello e per tutto il primo periodo del Trias. Come è interessante il rammentare la comparsa e lo sviluppo delle masse dolomitiche noriche e carniche e quell' arrestarsi del raibliano a forma litoranea presso le origini della Rienz, per ricomparire nella Lombardia; e poi quell' ampio estendersi delle masse dolomitiche e calcaree del piano retico per quanto è vasta l'area da noi esaminata, senza quegli intermezzi di rocce argillose e di livelli corallini, che si presentano a ponente del Garda.

Dal periodo retico appunto data per l'area veneta quella lunghissima fase di sommersione, la quale è interrotta soltanto da un periodo di parziale emersione; in corrispondenza alla flora oolitica; e qua e là, a vari livelli da formazioni coralline, delle quali è forse la più recente quella alla base orientale del monte Cavallo. I geologi austriaci inclinano a ritenere che alla base della Creta corrisponda il massimo di tale sommersione in questa parte dell'amplissimo mediterraneo mesozoico. Siffatta opinione si accorda coi dati desunti nel Veneto e col fatto che il *biancone* trova analogia, anzi identità litologica nella *majolica* lombarda. Certo è che già nella formazione delle arenarie e delle puddinghe cretacee più recenti dell'Ampezzano troviamo la prova di una emersione in aree non lontane ed una analogia di deposito coll'area carpatica, coll'Appennino sino all'Abbruzzo e colla Lombardia. Un periodo di temporanea sommersione potrebbe esser rappresentato dalla *Scaglia rossa*, in parte senoniana ed in parte eocenica; ma in essa si innestano le formazioni dei calcari a rudiste, le quali sembra non richiedessero grandi profondità marine e la stessa scaglia rossa si alterna colle rocce aggregate cretacee di Lombardia. Epperò sta il fatto che dal neocomiano in poi, senza che noi possiamo precisare in qual modo, dove, nè sotto quale allineamento tectonico, le condizioni del fondo marino e la distanza delle terre emerse furono per l'area nostra profondamente rimutata.

Durante l'epoca eocenica compare una traccia di prossimo lido pel Friuli orientale; spesseggiano le formazioni coralline, dispiegano la meraviglia delle loro frondi le flore vicentine; ma indarno ricerchiamo un sicuro preludio delle terre attuali, pur dovendo ammettere che il mare d'allora di molto non si internasse nell'area ora occupata dalle Alpi centrali.

Per l'aquitaniano, possiamo bensì far tesoro del fatto che i terreni di questo periodo non si avvertono a nord delle fratture di Valsugana e di Belluno; ma ancora non possiamo dire che oltre quel limite di molto non si estendesse il mare mediterraneo, forse ancora in libera comunicazione col mediterraneo danubiano. Poichè giovi rammentare la esistenza di strati aquitaniani quasi in vetta al monte Baldo e la costante solidarietà di questi cogli strati eocenici nelle curve stratigrafiche, le quali si collegano colla formazione o per lo meno colla conformazione del rilievo alpino.

Invece questa conformazione si era di già molto accostata all'attuale assetto allorchè il mediterraneo tortoniano internava nell'area nostra il golfo suganeo ed i seni di Bassano e di Osoppo, rispettando il non ancora eroso vallone bellunese. E colla conformazione orografica si accostava altresì il carattere della fauna marina a quello del Mediterraneo attuale; specialmente in quell' ultimo periodo durante il quale il mare bagnava ancora l'area delle venete colline, all'aurora del Pliocene in corrispondenza della zona fillitica di Col Rovigo, presso Bassano.

Sembra accertato che durante il periodo astiano l'area veneta fosse molto più elevata sul livello marino di quanto lo sia al presente e che un rilievo collinesco, coronato da monti vulcanici occupasse l'area degli Euganei. Poco ancora conosciamo di sicuro sui limiti cronologici e sulla successione delle eruzioni di questi vulcani, che furono attivissimi e taluno anche assai elevato. Non è improbabile che entrati essi in fase di estinzione, formidabili scotimenti scompaginassero ancora una volta la coltre dei terreni sedimentari, spostando energicamente le alluvioni sarmatiche ed aumentando il dislivello delle sparse vestigia di spiagge tortoniane.

All'aurora dell'era neozoica, smembrata e parzialmente erosa l'alluvione sarmatica, la conformazione del suolo veneto non era dissimile dall'attuale, sebbene esso fosse tuttavia più elevato sul livello marino. Gli ultimi tocchi, assai benefici per i suoi futuri abitatori, venivano dati dai fenomeni quaternari, colle morene, coll'erosione glaciale, colle alluvioni e col terrazzamento. Da parecchie migliaia di secoli i fenomeni esogeni vi lavorano continuamente, senza ancora aver prodotto un effetto paragonabile a quanto le forze medesime hanno ottenuto nell'ultimo periodo che entra nel dominio della geologia (¹).

La localizzazione della vulcanica attività, nei suoi tre principali periodi, il permico, il norico ed il terziario, ci compare in qualche confuso rapporto colle succedentesi orografie; ma anche pel più recente di essi periodi, che forse si risolve in due o tre cicli principali, perdura una grande incertezza di nozioni, la quale richiede ulteriori studi, complessi ed ordinati.

Le due grandi incognite, delle condizioni originarie di deposito delle rocce azoiche e delle modalità del metamorfismo profondo, ci vietano di affermare alcunchè di positivo quanto agli antichissimi tempi, nei quali si iniziava la storia del suolo veneto e che erano già scorsi di millennii allorchè le graptoliti lasciarono le loro delicatissime spoglie nei sedimenti melmosi del siluriano, in area carnica.

(¹) I fatti e le considerazioni, svolte in questo scritto tornano in gran parte a conferma delle idee contenute nel libro del signor Heim (*Mechanismus der Gebirgsbildung* etc. Bâle 1878), del quale lo scrivente non conobbe se non il sunto pubblicato dal signor Renevier allorchè scriveva gli ultimi capitoli, che nella sollecita stampa non si poterono di molto ampliare. Nè conveniva il farlo, essendo stato il lavoro presentato per un concorso; soltanto vennero introdotte quelle notizie di fatto, che furono pubblicate in argomento dall'epoca della presentazione della memoria.

INDICE

PREFAZIONE . . . . pag. 303
CAPITOLO I. — Rapido sguardo alle condizioni geologiche nelle regioni finitime al Veneto. » 306
1. Provincia bresciana . . . . » 307
2. Tirolo meridionale . . . . » 316
3. Tirolo orientale e Carinzia . . . . » 318
4. Carniola e litorale illirico . . . . » 319
CAPITOLO II. — Conformazione orografica delle provincie venete in rapporto colle più evidenti condizioni geologiche . . . . » 322
1. Gruppo del monte Baldo . . . . » ivi
2. Monti Lessini . . . . » 324
3. Altipiano dei Sette Comuni . . . . » 327
4. Val Sugana ed alta valle del torrente Cismone . . . . » 329
5. Monti tra il Brenta, il Piave ed il torrente Mis . . . . » 331
6. Alpi cadorine dalla valle del Mis alla valle trasversale del Piave . . . . . » 333
7. Catena tra il vallone del Piave e la valle lapisina . . . . » 336
8. Alpi carniche a nord della depressione dell'alto Tagliamento . . . . » 337
9. Monti e colli compresi tra la valle del Piave, continuantesi colla depressione lapisina, e l'Isonzo . . . . » 339
CAPITOLO III. — Formazioni anteriori al carbonifero . . . . » 341
Scisti a Graptoliti delle Alpi carniche . . . . » 345
Affioramenti scistosi del Vicentino . . . . » 349
Affioramento scistoso della Val Sugana colle rocce granitiche e sienitiche . . . . » 350
Zona scistosa di Primiero e di Agordo . . . . » 352
Scisti e calcari precarboniferi del Comelico . . . . » 353
Formazioni precarbonifere della Carnia e dell'alta valle del Fella . . . . . . » 355
CAPITOLO IV. — Formazione carbonifera delle Alpi carniche . . . . » 358
CAPITOLO V. — Formazione permiana; generalità . . . . » 362
1. Porfidi quarziferi . . . . » 366
2. Puddinghe quarzose ed arenarie di Val Gardena . . . . » 368
3. Calcari a *Bellerophon*, e formazione gessifera inferiore . . . . » 369
CAPITOLO VI. — Generalità sulla formazione triasica del Veneto. Delle arenarie variegate . . » 371
CAPITOLO VII. — Calcari e dolomie del Muschelkalk. Zone di Zoldo e di Recoaro . . . » 375
CAPITOLO VIII. — Calcari di Buchenstein. Marne, arenarie e tufi di *Wengen*; brecce porfiriche. Dolomie infraraibliane più antiche . . . . » 379
CAPITOLO IX. — Strati di S. Cassiano. Strati di Raibl . . . . » 396
Calcari marnosi, marne e zona gessifera del raibliano . . . . » 401
Dolomia principale . . . . » 405
CAPITOLO X. — Calcari e dolomie del Lias. Formazioni giuresi inferiori . . . . » 408
CAPITOLO XI. — Formazioni del Giura medio e superiore . . . . » 420
CAPITOLO XII. — Formazioni cretacee . . . . » 431
CAPITOLO XIII. — Formazione eocenica a ponente del fiume Brenta . . . . » 438
CAPITOLO XIV. — Formazione eocenica a levante del fiume Brenta, sino all'Isonzo . . . » 459
Riassunto sull'eocene delle provincie venete . . . . » 466
CAPITOLO XV. — Terreno aquitaniano. Strati di Schio. Glauconie e marne di Belluno . . » 468
CAPITOLO XVI. — Molasse e conglomerati del miocene superiore (tortoniano) . . . . . » 471
CAPITOLO XVII. — Alluvione del pliocene inferiore (messiniano) . . . . » 476
CAPITOLO XVIII. — Breve descrizione dei Colli Euganei . . . . » 479
CAPITOLO XIX. — Principali condizioni tectoniche nell'area esaminata . . . . » 490
CAPITOLO XX. — Terreni quaternarî. Depositi glaciali . . . . » 508
CAPITOLO XXI. — Alluvioni quaternarie e attuali . . . . » 524
CAPITOLO XXII. — Conclusioni . . . . » 532

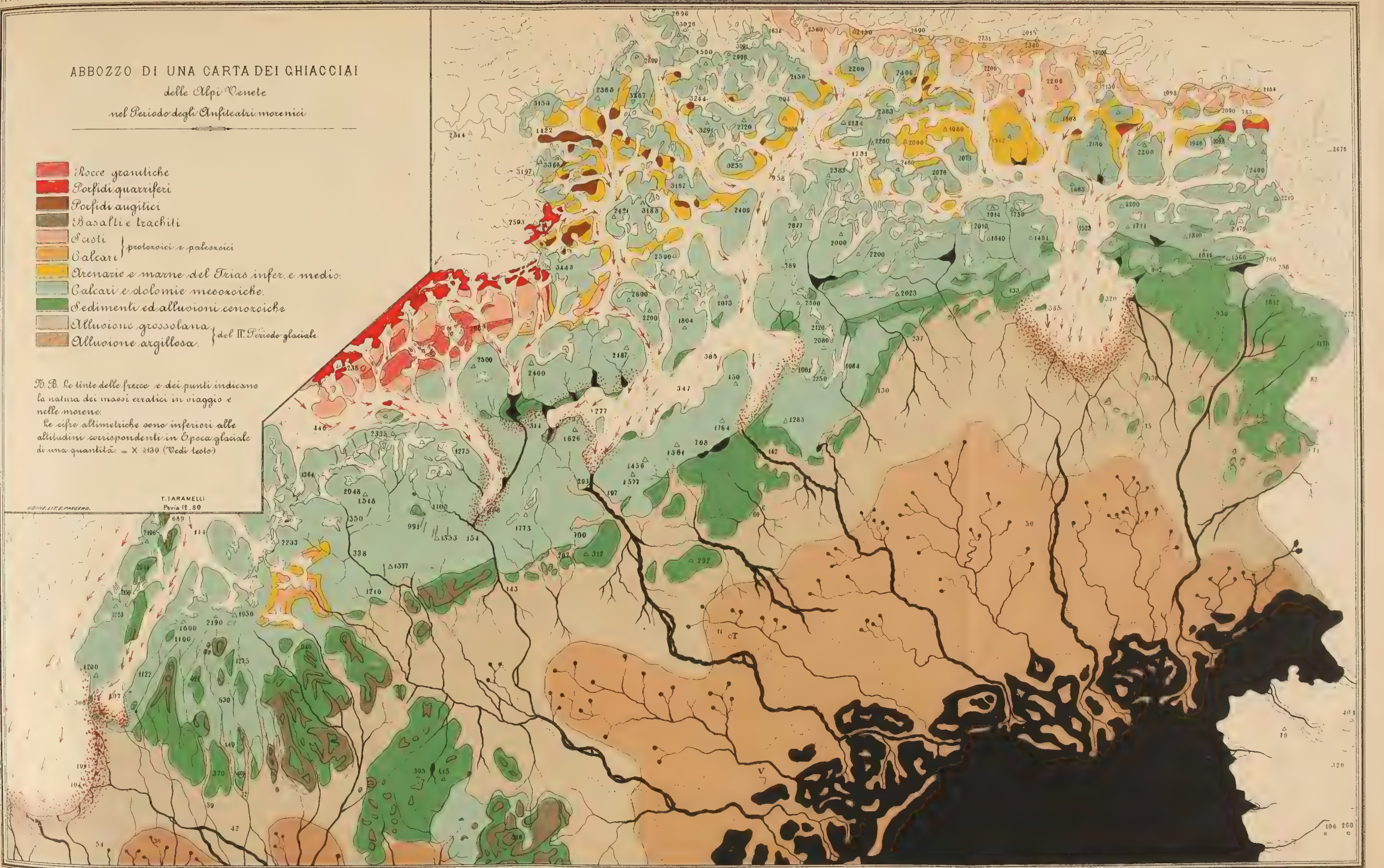
Taramelli _ Geologia delle Prov. Venete. Tav.a I.a

SERIE DEI TERRENI
Attuale
Quatern.
Neogene
Eocene
Creta
Giura
Trias
Alluvione minuta posglaciale
Torbiere
Alluvione grossolana posglaciale
Alluvione minuta quaternaria
Alluvione grossolana quaternaria
Morene
Conglom. e Molasse; Pliocene
Marne e conglom. marini; Tortoniano
Trachiti
Elveziano-Aquitaniano
Doleriti e Basalti
Flysch
Roccie nummulitiche
Scaglia rossa
Calcare a Conocrini
Calcare a Rudiste
Scaglia marmorea e Biancone
Giura super. e medio
Oolite, Lias e Infralias
Dolomia principale
Marne ed arenarie di Raibl
Strati di S. Cassiano e di Wengen
Dolomie infraraibliane
Tufi e Ftaniti
Porfidi augitici
Calcare e dolomia del Muschelkalk
Arenarie variegate
Permiano
Carbon.
Silur.
Protoz.
Zona a Bellerophon
Arenarie e puddinghe quarzose
Porfido quarzifero
Iperiti e Diabasi
Calcare permo-carbonifero
Aren. pudd. scisti del Carbonifero
Scisti e Calcari siluriani
Calcare protozoico
Scisti protozoici
Granito e sienite
Combustibili fossili
NB. Le equivalenze sono indicate dalla riunione dei quadretti.
T. Taramelli dis.
MARE ADRIATICO
Golfo di Trieste
VENEZIA
PADOVA
VICENZA
VERONA
TREVISO
BELLUNO
BASSANO
FELTRE
UDINE
GORIZIA
CONEGLIANO
PORTOGUARO
ODERZO
MONTEBELLUNA
SACILE
VITTORIO
GEMONA
ASIAGO
BORGO
SCHIO
THIENE
Lago di Garda
F. Adige
T. Piave
F. Brenta
F. Isonzo
F. Gail
Scala di 1: 600.000
Prem. Stab. Fr. Bertotti Milano

Scala di 1: 600 000

PREM. STAB. F.i BERTOTTI MILANO

ABBOZ
Rocce
Porfid
Porfid
Basa
Scisti
Calca
Arena
Calcar
Sedim
Alluv
Alluv
N.B. Le tinte de
la natura dei m
nelle morene.
Le cifre altim
altitudini corri
di una quantit
UDINE. LIT. E. PASSERO.

ABBOZZO DI UNA CARTA DEI GHIACCIAI
delle Alpi Venete
nel Periodo degli Anfiteatri morenici
Rocce granitiche
Porfidi quarziferi
Porfidi augitici
Basalti e trachiti
Scisti
Calcari
protozoici e paleozoici
Arenarie e marne del Trias infer. e medio.
Calcari e dolomie mesozoiche.
Sedimenti ed alluvioni cenozoiche
Alluvione grossolana.
Alluvione argillosa.
del II.º Periodo glaciale.
N. B. Le tinte delle frecce e dei punti indicano la natura dei massi erratici in viaggio e nelle morene.
Le cifre altimetriche sono inferiori alle altitudini corrispondenti in Epoca glaciale di una quantità = X ≥130 (Vedi testo)
T. TARAMELLI
Pavia 12.80
UDINE. LIT. E. PASSERO.

Sul calore sviluppato da una corrente durante il periodo variabile.

Memoria di EUGENIO BAZZI

approvata per la stampa negli Atti dell'Accademia
nella seduta del 25 giugno 1882.

(con due tavole)

In un precedente lavoro pubblicato nel « Nuovo Cimento, Ser. III, Vol. IV, 1878» in unione al mio amico G. Cobianchi, dimostrai esperimentalmente, come le correnti galvaniche, primarie od indotte, si sviluppano, durante il loro periodo variabile, secondo le formule teoriche dell'Helmholtz. Come continuazione di quelli studî, impresi a ricercare se anche durante quel periodo si verificava la legge di Joule sul calore svolto dal passaggio di una corrente lungo un filo di data resistenza.

L'aspetto sotto cui mi presentai in principio la questione, fu il seguente: qual'è la legge con cui si riscalda un filo metallico nei primi momenti che è traversato da una corrente elettrica? —. Alcuni tentativi fatti da prima per scandagliare la temperatura del filo, mediante una pila termoelettrica, mi dimostrarono che per ottenere delle indicazioni apprezzabili, bisognava che tenessi il filo molto vicino alla faccia della pila (qualche mm.); ma in tal caso la presenza di questa ne modificava immensamente la legge di riscaldamento. Tenendo il filo ad una distanza piuttosto grande (qualche cm.), allora il periodo variabile di una corrente fornita da 4 Elementi Bunsen (modello ordinario) non mi era più sufficiente a riscaldare il filo in modo che influisse sensibilmente sulla pila. Perciò rinunziai a trovare quella legge e mi proposi invece di determinare direttamente la quantità totale di calore sviluppata nel filo, servendomi di un termometro elettrico ad aria.

I. Apparecchi e metodo.

Un vaso di vetro F (Tav. I) a forma di provetta è chiuso a tenuta d'aria da un coperchio di ebanite C, che si avvita ad una cerniera D immasticiata sulla provetta stessa. Questo coperchio porta due fori, l'uno è munito di una chiavetta S e serve a porre l'interno del vaso F in comunicazione coll'aria esterna, l'altro è traversato da un tubo di vetro QQ, ed è chiuso mediante una scatola a gomma I. Questo tubo è piegato orizzontalmente, e sostenuto in questa posizione da un sostegno R. Nell'interno del tubo scorre un indicino di acqua M. Il coperchio d'ebanite è inoltre traversato da due serrafili B, coi quali si può condurre una corrente attraverso un filo di platino G avvolto a spirale e disposto nell'interno dell'apparecchio. La lunghezza del filo era di 50 cm. e il suo diametro $^1/_{10}$ di mm. La provetta F funziona da bulbo del termometro, e il tubo QQ ne costituisce la canna termometrica

Il bulbo F è immerso in vaso di vetro V ripieno di acqua, che insieme ad una scatola di cartone A lo preserva dalla irradiazione dell'ambiente.

Allorquando la spirale G è traversata da una corrente elettrica, l'aria del bulbo si riscalda, si dilata, e spinge innanzi l'indice M. Il modo d'innestare il tubo di vetro QQ sulla provetta mediante la scatola a gomma permette di adoperare tubi di diverso diametro e scegliere quello più appropriato all'esperienza. Nelle mie ricerche ho adoperato un tubo di 1 $^1/_2$ mm. di diametro. Con una corrente fornita da quattro elementi Bunsen ordinari, bastava chiudere ed aprire il circuito della pila, colla massima rapidità che si può ottenere, operando a mano, perchè l'indice M venisse scagliato con impeto fuori del tubo. Ma facendo passare la corrente solo per qualche millesimo di secondo, l'impulso dell'indice M era tale che la sua escursione rimaneva sempre nei limiti della lunghezza del tubo QQ e quindi l'apparecchio era adatto a funzionare. Adoperando dei tubi più sottili la sensibilità non aumenta, relativamente, perchè in questo caso, a volere che l'escursione dell'indice si mantenga sempre nei medesimi limiti, rimanendo lo stesso il volume della provetta, bisogna che l'aumento di pressione dell'aria interna, che costituisce la forza motrice dell'indice, sia più piccola, mentre d'altra parte aumenta l'attrito di questo contro le pareti. Per avere una maggiore sensibilità converrebbe in tal caso, diminuire le dimensioni del bulbo ed aumentare la lunghezza del tubo.

Per misurare con esattezza l'escursione dell'indice M, mi serviva di due microscopii K, ed L. Uno di essi, K, è fissato alla estremità di una tavoletta PP, l'altro è collegato colla madre di una vite micrometrica fissata sulla tavoletta stessa. Quest'ultima poi è scorrevole sul piano dell'apparecchio OO parallelamente all'asse del tubo. — Il microscopio K, porta un filo focale teso normalmente al tubo QQ, e l'altro L, è munito di un micrometro di un centimetro diviso in 100 parti. Gli assi dei due microscopî sono normali al tubo di vetro, ma non paralleli fra loro, ed in modo che si possono avvicinare fino a collimare contemporaneamente uno stesso punto del tubo QQ col filo focale dell'uno, e collo 0° del micrometro dell'altro. Questa posizione dei due microscopî era presa per punto di partenza nelle letture della vite micrometrica. Per determinare una escursione dell'indice, porto il filo focale del microscopio K ad essere tangente al menisco *m*, quindi sposto l'altro di tanto, in modo che alla fine dell'escursione, l'immagine del medesimo menisco comparisca nel campo del micrometro di L. L'ampiezza della corsa è calcolata dal numero dei giri fatti dalla vite micrometrica, e dalla lettura del micrometro. Nel mio apparecchio il passo della vite era di $^1/_2$ mm. ed ogni tratto del micrometro corrispondeva ad $^1/_{10}$ di mm. È necessario ricorrere a questo modo di lettura perchè l'escursioni dell'indice non sono permanenti ma impulsive, e appena il filo di platino si raffredda per l'interruzione della corrente, l'indice retrocede.

Il tubo QQ fu precedentemente calibrato col metodo ordinario, facendovi scorrere una colonnetta di mercurio, e per un tratto di 5, o, 6 centimetri le differenze di sezione risultarono insensibili. Perciò in ogni esperienza procurai che l'escursione avvenisse in quel tratto. A questo scopo aprendo la chiavetta S e aspirando o premendo dolcemente l'aria interna mercè un tubo di vulcanite W, conduceva l'indice entro quel tratto, indi richiudeva la chiavetta. Così chiuso, ed essendo orizzontale

il tubo di vetro QQ, notai durante l'esperienze, che il mio apparecchio funzionava da barometro sensibilissimo, poichè in certe epoche l'indice M andava soggetto ad oscillazioni lente e continue, dovute certamente a variazioni della pressione barometrica. Mi assicurai con prove di saggio che queste oscillazioni non erano dovute a variazioni di temperatura. Preparato l'apparecchio, ogni serie di esperienze durava così poco che era sempre possibile eseguirla durante un periodo di calma. Di tanto in tanto l'indice era fatto scorrere artificialmente mediante il solito artifizio, senza però aprire la chiavetta, in modo da bagnare uniformemente le pareti del tubo di vetro per tutto il tratto dell'escursione.

Il passaggio poi della corrente attraverso la spirale di platino, per piccoli intervalli di tempo era regolato dal noto interruttore Felici, per la cui descrizione rinvio ai « Vol. XII, e XIII, Ser. II, e al Vol. IV, Ser. III del Nuovo Cimento ».

Rimane ora a vedersi quale relazione debba passare fra la quantità di calore versato dalla corrente nel bulbo F, e l'escursione dell'indice.

La quantità Σ di calore sviluppata dal passaggio della corrente nella spirale G si dividerà in tre parti. Una parte verrà impiegata ad inalzare la temperatura del filo di platino; un'altra, sarà ceduta per contatto all'aria che lo circonda, e per conducibilità ai reofori; e la terza sarà irradiata verso l'ambiente.

Sia T_0 la temperatura iniziale di tutte le parti dell'apparecchio, e T la temperatura massima che raggiungerà il filo di platino al passaggio della corrente. La quantità di calore impiegata per il riscaldamento di questo filo sarà

$$q_1 = C\,(T - T_0) \tag{1}$$

essendo C la capacità calorifica della spirale.

Naturalmente al passaggio della corrente, non si riscalderà tutta la massa di aria del bulbo, ma solo una porzione, e questa non uniformemente. Lo strato di aria aderente al filo assumerà la medesima temperatura di questo, gli altri strati d'aria consecutivi ed inviluppanti il filo, assumeranno delle temperature decrescenti colla distanza dal medesimo. Atteso la rapidità del fenomeno, l'estensione del riscaldamento, sarà in ogni caso piccolissima. — Per valutare ora la quantità di calore ceduta per contatto all'aria, supponiamo che per ciascun punto della massa riscaldata, l'aumento di temperatura sia sempre proporzionale a quello del filo, in un rapporto determinato, variabile da punto a punto, ma fisso per ciascuno di essi. In tale ipotesi, la quantità di calore ceduta per contatto dalla spirale all'aria, risulterà proporzionale all'inalzamento $T - T_0$ nella temperatura della spirale medesima; per cui indicandola con q_2 potremo porre:

$$q_2 = M\,(T - T_0) \tag{2}$$

essendo M una costante dell'apparecchio. A questa quantità dobbiamo aggiungere anche la parte del calore irradiata dalla spirale e riflessa dalle pareti del bulbo, assorbita poi da tutta la massa di aria. Questa parte sarà piccolissima e potremo supporla proporzionale all'inalzamento $T - T_0$; indicandola con q_3 avremo

$$q_3 = \lambda N\,(T - T_0)\,. \tag{3}$$

Supposto che la parte di calore irradiata dalla spirale si possa rappresentare coll'espressione $N\,(T - T_0)$, e λ sia un'altra costante dell'apparecchio.

Il riscaldamento del filo essendo piccolissimo, potremo esprimere analogamente la quantità di calore ceduta per conducibilità ai reofori sotto la forma

(4) $$q_4 = L(T - T_0)$$

L rappresentando una nuova costante.

Per cui avremo

(5) $$\Sigma = q_1 + (q_2 + q_4) + \frac{q_3}{\lambda} = (G + M + N + L)(T - T_0)$$

da cui

(6) $$T - T_0 = \frac{\Sigma}{C + M + N + L}$$

quindi per le (2) e (3)

(7) $$q_2 + q_3 = \frac{M + N}{C + M + N + L}\Sigma .$$

Da ciò ne segue che la quantità totale di calore ceduta dalla spirale all'aria sia per conducibilità che per assorbimento, è, nelle ipotesi supposte, proporzionale alla quantità di calore generata dal passaggio della corrente.

D'altra parte è noto che, qualunque sia la legge di distribuzione del calore comunicato ad una massa gassosa a pressione costante, la sua dilatazione è proporzionale alla quantità totale del calore somministratagli; perciò avremo, indicando con Δ questa dilatazione

(8) $$\Delta = \mu \Sigma$$

quando μ indichi una costante di proporzionalità dipendente dall'apparecchio.

In generale quest'ultima equazione viene stabilita direttamente, servendosi di considerazioni analoghe a quelle, che servono per il metodo delle misure calorimetriche a miscuglio di un liquido e di un solido; ma mi sembra che nel nostro caso sieno affatto inapplicabili, poichè la durata del fenomeno essendo brevissima, ed essendo perciò escluso qualunque movimento e rimescolamento della massa gassosa, il riscaldamento del miscuglio (spirale di platino ed aria) non può essere uniforme come si suppone in quel metodo.

L'escursione dell'indice M non rappresenta esattamente la dilatazione Δ, ma una quantità superiore, a cagione della velocità impulsiva che riceve l'indice. Tuttavia, finchè la dilatazione Δ si effettua in un tempo piccolissimo, relativamente alla velocità con cui può muoversi l'indice, potremo sempre supporre che l'ampiezza dell'escursione sia proporzionale alla dilatazione Δ medesima, e quindi potremo prendere quelle escursioni per misura della quantità di calore generata dalla corrente nella spirale.

II. Estracorrenti.

Passiamo ora ad esaminare la quantità di calore sviluppato da una corrente, supposto che la legge di Joule si verifichi anche per il periodo variabile.

Indicando con

E la forza elettromotrice,

P il potenziale,

R la resistenza di un circuito elettrico, si ha per le formule dell' Helmholtz, che la intensità I_t della corrente nell' istante t della chiusura del circuito, è data da

$$(9) \qquad I_t = \frac{E}{R}\left(1 - e^{-\frac{R}{P}t}\right).$$

La quantità di calore svolta da questa corrente in un filo di resistenza r, e durante il tempo τ a cominciare dalla chiusura, sarà per la legge di Joule

$$(10) \qquad \Sigma = \int_0^\tau r I_t^2 dt = \frac{E^2}{R^2}\int_0^\tau r\left(1 - e^{-\frac{R}{P}t}\right)^2 dt$$

In questa come nelle formule successive, suppongo che la resistenza r non varii colla temperatura del filo, e quindi si mantenga costante durante il passaggio della corrente. Allora, integrando e limitando si avrà:

$$(11) \qquad \Sigma = r\frac{E^2}{R^2}\left(\tau - \frac{3}{2}\frac{P}{R} + 2\frac{P}{R}e^{-\frac{R}{P}\tau} - \frac{P}{2R}e^{-\frac{2R}{P}\tau}\right)$$

Per i valori di τ sufficientemente grandi, cioè quando la corrente ha raggiunto il suo stato stazionario $I = {}^E/_R$, i termini esponenziali divengono trascurabili, e si ha

$$(12) \qquad \Sigma = r\frac{E^2}{R^2}\left(\tau - {}^3/_2\frac{P}{R}\right).$$

Conservando al circuito la medesima resistenza, ma dandogli una forma tale per cui P fosse trascurabile, avremmo

$$(13) \qquad (\Sigma) = r\frac{E^2}{R^2}\tau$$

quindi

$$(14) \qquad (\Sigma) - \Sigma = {}^3/_2\, r\frac{E^2 P}{R^3}$$

e per $r = R$

$$(14)bis \qquad (\Sigma) - \Sigma = {}^3/_2\frac{E^2 P}{R^2}.$$

Cioè:

L'energia calorifica sviluppata da una corrente $I = \frac{E}{R}$, in un filo di resistenza r, viene diminuita per effetto della estracorrente di chiusura della quantità ${}^3/_2\, r\frac{E^2P}{R^3}$, e nell'intero circuito, della quantità ${}^3/_2\frac{E^2P}{R^2}$: essendo P il potenziale del circuito.

Escludendo la forza elettromotrice E dal circuito alla fine del tempo τ, lasciando quello sempre chiuso, colla stessa forma e resistenza, la corrente I_τ si continuerà colla estracorrente, che chiamerò, diretta, per distinguerla dalla estracorrente di

apertura che si ha quando s' interrompe il circuito. Questa estracorrente diretta sarà definita dalla formula

(15) $$J_t = I_\tau e^{-\frac{R}{P}(t-\tau)} = \frac{E}{R}\left(1 - e^{-\frac{R}{P}\tau}\right) e^{-\frac{R}{P}(t-\tau)}$$

Il calore sviluppato da questa estracorrente, dall' istante $t = \tau$ fino a $t = \infty$, sarà:

(16) $$\Sigma_1 = \int_\tau^\infty r\, J_t^2\, dt = r\frac{E^2}{R^2}\left(1 - e^{-\frac{R}{P}I}\right)^2 \int_\tau^\infty e^{-\frac{2R}{P}(t-\tau)} dt$$

integrando:

(17) $$\Sigma_1 = \frac{r\,E^2}{R^2}\left\{1 + e^{-\frac{2R}{P}\tau} - 2e^{-\frac{R}{P}\tau}\right\}\frac{P}{2R}$$

Per i valori di τ superiori alla durata del periodo variabile, l' esponenziali divengono trascurabili, e si ha

(18) $$\Sigma_1 = {}^1/_2\, r\frac{E^2 P}{R^3}$$

e per $r = R$

(18)*bis* $$\Sigma_1 = {}^1/_2 \frac{E^2 P}{R^2}$$

onde:

L'energia calorifica sviluppata dall'estracorrente diretta di una corrente $I = \frac{E}{R}$, in un filo di resistenza r, è ${}^1/_2\, r\frac{E^2P}{R^3}$, e nell'intero circuito, è ${}^1/_2 \frac{E^2P}{R^2}$; essendo P il potenziale del circuito.

Le formole (11) e (17) presentano una forma che mal si presta ad una verifica esperimentale. Ma se si sommano si ha:

(19) $$\Sigma + \Sigma_1 = r\frac{E^2}{R^2}\left\{\tau - \frac{P}{R}\left(1 - e^{-R/_P\,\tau}\right)\right\}.$$

A questa espressione può darsi un' altra forma. Calcoliamo con la (9) la quantità S di elettricità, passata nel circuito durante il rempo τ in cui la forza elettromotrice era inclusa nel circuito. Si avrà:

(20) $$S = \int_0^\tau I_t\, dt = \frac{E}{R}\left\{\tau - \frac{P}{R}\left(1 - {}^{-R/_P\,\tau}\right)\right\}$$

quindi potremo porre

(21) $$\Sigma + \Sigma_1 = \frac{r\,.\,E}{R}\,.\,S$$

e se si considera l' intero circuito, dovremo porre $r = R$, e si avrà:

(21)*bis* $$\Sigma + \Sigma_1 = E\,.\,S$$

cioè:

Facendo passare una corrente $I = \frac{E}{R}$, attraverso un circuito elettrico, e sopprimendo la forza elettromotrice alla fine di un tempo τ, senza interrompere, nè alterare la resistenza del circuito medesimo, l'energia calorifica sviluppata durante il passaggio per l'intero circuito, è data dal prodotto della quantità di elettricità S che ha attraversato il circuito durante quell'intervallo di tempo per la forza elettromotrice E.

Come si vede, nella espressione (21*bis*) di questa energia calorifica, entra come fattore la *sola* quantità di elettricità che traversa la pila, e che per leggi note è proporzionale all'azion chimica della pila stessa; mentre non entra esplicitamente il potenziale P del circuito. Questo non ha dunque altro effetto, che di diminuire la quantità di elettricità che traversa la pila nel dato intervallo di tempo τ, ma non modifica il rapporto fra l'energia calorifica sviluppata nel circuito e l'azion chimica della pila.

Ora, siccome la presenza di un nucleo di ferro dolce, ha teoricamente per solo effetto di aumentare il potenziale del circuito, ne segue, che neppure per essa viene modificato quel rapporto, e che quindi:

La magnetizzazione e smagnetizzazione di una massa di ferro dolce non deve sviluppare nessuna energia calorifica nella massa stessa.

Ponendo poi $r\frac{E^2}{R^2} = \beta, \frac{R}{P} = \alpha$ dalla (19) risulta che in generale la quantità di calore sviluppata nella spirale, nelle condizioni supposte e corrispondentemente al tempo τ, deve essere esprimibile sotto la forma

$$\Sigma + \Sigma_1 = \beta\left(\tau - \frac{1}{\alpha}(1 - e^{-\alpha\tau})\right) \tag{22}$$

Ossia, per l'ammessa proporzionalità fra l'escursioni d dell'indice M, e la quantità di calore in questione, devesi avere:

$$d = \beta_1\left(\tau - \frac{1}{\alpha}(1 - e^{-\alpha\tau})\right) \tag{23}$$

essendo α e β_1, due costanti dipendenti dall'apparecchio, dalla pila, dai circuiti ec.

Questa formula non presentando che una sola esponenziale, si presta meglio ad una verifica esperimentale, e le esperienze seguenti furono perciò eseguite nelle condizioni corrispondenti a questo caso.

Per realizzare praticamente queste condizioni adottavo il seguente processo. Sul circuito principale in cui era compresa la spiralina di platino, aveva fatto due derivazioni. In uno dei circuiti derivati era inserita la pila, nell'altro un reostata la cui resistenza era eguale a quella della pila. Gl'intervalli di derivazione dei due circuiti erano a resistenza minima e costituiti dai pezzi dell'interruttore Felici, in modo che, aprire o chiudere questi intervalli equivaleva ad includere od escludere dal circuito principale il ramo corrispondente di derivazione, secondo il metodo Felici. Ciò posto s'intende facilmente, come inclusa ad un dato istante la pila nel circuito, essa potesse venire esclusa di nuovo dopo un tempo τ, e contemporaneamente inclusa nel circuito la resistenza equivalente, in modo che la resistenza totale rimanesse costante, e il circuito fosse sempre chiuso.

La corrente era fornita da quattro elementi Bunsen disposti per tensione, e mi assicurava della loro costanza durante una esperienza, riferendomi all' escursione dell' indice M, corrispondente ad un medesimo tempo τ.

Per ogni valore di τ faceva quattro osservazioni dell' escursione, e per ogni serie di esperienze mi limitavo a pochi valori di τ, perchè la durata fosse sufficientemente piccola, onde le variazioni nella resistenza della pila non fossero molto sensibili.

Sul circuito principale erano, o no inseriti dei rocchetti di varia dimensione con, o senza nucleo, per ottenere dei periodi variabili più o meno lunghi.

I resultati ottenuti con un circuito a piccolissimo potenziale e trascritti nei quadri seguenti, sono rappresentati graficamente lungo le rette *aa*, e *bb* (Tav. II) prendendo per ordinate i valori di τ, e per ascisse le metà dell' escursioni *d* dell' indice. I primi sono espressi in 0.000918 di secondo, e quest' ultime in mm.

Esperienza (*a*)

τ	$^1/_2 d$ Osservato	$^1/_2 d$ Calcolato colla formula (α)	Differenze
1,01	1,25	1,43	0,02
3,03	4,65	4,65	0,00
5,05	7,75	7,87	— 0,12
7,07	10,90	10,95	— 0,05
9,09	13,09	14,29	— 0,39
11,09	17,25	17,49	— 0,24
13,07	20,65	20,64	0,01
15,05	24,15	23,80	0,25
17,03	27,00	26,81	0,19
19,00	30,40	30,09	0,31

(α) $^1/_2 d = 1{,}593\,\tau - 0{,}173$

Esperienza (*b*)

τ	$^1/_2 d$ Osservato	$^1/_2 d$ Calcolato colla formula (β)	Differenze
1	1,21	1,03	0,18
3	3,53	3,48	0,05
5	5,72	5,92	— 0,20
7	8,35	8,38	— 0,03
9	10,60	10,84	— 0,24
11	13,35	13,30	0,05
13	15,62	15,75	0,13
15	18,05	18,20	0,30
17	20,07	20,66	0,04
19	23,35	23,11	0,24

(β) $^1/_2 d = 1{,}227\,\tau - 0{,}2$

Ora se nell' equazione (19) si suppone P trascurabile, l' equazione (23) prende appunto la forma:

$$\alpha = \beta_1 \left(\tau - \frac{1}{\alpha} \right) \tag{24}$$

eccetto per i valori di τ immensamente piccoli.

Come si vede, i resultati esperimentali si accordano sufficientemente con quelli teorici. A questa concordanza attribuiva una grande importanza, poichè ammettendo come evidente, che nel caso in cui il periodo variabile della corrente è presso che nullo, la legge di Joule sia rigorosamente applicabile, quei resultati, interpretati in senso inverso, mi assicuravano che l' escursioni dell' indice erano sempre proporzionali alla quantità di calore versato dalla corrente nella spirale di platino.

Per ottenere un periodo variabile sensibile, inserisco sul circuito principale la spirale inducente di un rocchetto d' induzione, nell' interno del quale pongo un nucleo di ferro. Il rocchetto è piuttosto piccolo (altezza 15^{cm} diam. esterno 9^{cm}), e il nucleo di ferro nella esperienza (*c*) è formato da un fascio di fili di ferro, nella esperienza (*d*), è costituito da un cilindro continuo.

Eccone i resultati.

Esperienza (c)

τ	$^1/_2 d$
2,02	0,52
3,03	1,15
4,04	1,15
5,05	3,02
6,06	4,20
8,08	6,92
10,10	9,95
13,07	14,50
16,03	19,50
19,00	24,60

Esperienza (d)

τ	$^1/_2 d$
2,02	0,30
3,03	1,00
4,04	1,70
5,05	2,55
6,06	3,75
8,08	6,40
10,10	9,40
13,07	14,35
16,03	19,25
19,00	24,50

Riportando sulla carta millimetrata questi dati ottenni due curve corrispondenti *cc*, e *dd* (Tav. II), e per comodità dei calcoli mi valsi di questo per la verifica della formula (23), e trovai infatti che esse erano rappresentabili sufficientemente con una espressione di quella forma, come risulta dai seguenti quadri:

Curva *cc*

τ	$^1/_2 d$ dedotto dalla curva	$^1/_2 d$ calcolato colla formula (λ)	Differenze
1	0,10	0,10	0,00
2	0,49	0,49	0,00
3	1,10	1,11	— 0,01
4	2,00	2,06	— 0,06
5	2,95	2,91	0,04
6	4,05	4,07	— 0,02
7	5,40	5,33	0,07
8	6,85	6,73	0,12
9	8,30	8,21	0,09
10	9,85	10,08	— 0,23
11	11,40	11,45	— 0,05
12	12,85	13,15	— 0,30
13	14,40	14,90	— 0,50
14	16,10	16,67	— 0,57
15	18,70	18,56	0,14
16	19,30	20,20	0,90
17	21,10	22,36	— 1,26
18	22,85	24,30	1,45
19	24,60	26,23	1,63

Curva *dd*

τ	$^1/_2 d$ dedotto dalla curva	$^1/_2 d$ calcolato colla formula (δ)	Differenze
1	0,05	0,09	— 0,04
2	0,35	0,44	— 0,09
3	0,95	1,00	— 0,05
4	1,70	1,86	— 0,16
5	2,60	2,63	— 0,03
6	3,65	3,68	— 0,03
7	4,95	4,83	— 0,12
8	6,35	6,09	0,26
9	7,90	7,42	0.48
10	9,35	9,04	0,31
11	10,95	10,36	0,59
12	12,65	12,25	0,40
13	14,25	13,49	0,76
14	15,95	15,09	0,86
15	17,60	16,80	0,80
16	19,25	18,27	0,98
17	21,00	20,24	0,86
18	22,85	22,00	0,85
19	24,5	23,75	0,75

(γ) $^1/_2 d = 2,1 \left\{ \tau - \frac{1}{0,148} \left(1 - e^{-0,148\tau} \right) \right\}$ (δ) $^1/_2 d = 1,9 \left\{ \tau - \frac{1}{0,148} \left(1 - ^{-0,148\tau} \right) \right\}$

Finalmente per raggiungere un periodo variabile più prolungato, mi valsi del circuito inducente di un rocchetto Ruhmkorff (lungo 32^{cm} diametro esterno 20^{cm}).

In una esperienza (*e*) il rocchetto era senza nucleo, nell'altra (*f*) ne era provvisto, i resultati corrispondenti sono trascritti nei seguenti quadri.

Esperienza (*e*)

τ	d
3,03	1,60
4,04	2,85
5,05	4,10
6,06	5,70
8,08	8,40
10,1	11,60
13,07	16,1
16,03	20,8
19,00	26,25

Esperienza (*f*)

$\tau/2$	d
5,00	1,35
6,50	2,80
8,00	4,60
8,45	5,00
9,50	6,40
11,02	8,70
12,52	11,67
14,04	14,72
15,60	18,00
17,04	21,75
17,95	24,30
18,50	26,20

Questi resultati tradotti graficamente e riuniti con una linea continua, mi fornirono le curve *ee, ff*. Per comodità del tracciato ho preso come coordinate della curva *ee*, τ asc. e d, ordinata; e per la curva *ff*, $\tau/2$ asc. e d, ordinata. Cercandone la rappresentazione analitica, trovo che queste due curve sono sufficientemente definite da una espressione della solita forma (23), come apparisce dai seguenti confronti:

Curva *ee*

τ	d dedotto dalla curva	d calcolato colla formula (ε)	Differenze
2	0,85	0,83	0,02
3	1,60	1,69	— 0,09
4	2,75	2,77	— 0,02
5	4,00	3,99	0,01
6	5,40	5,34	0,06
8	8,40	8,25	0,15
10	11,40	11,33	0,07
13	15,90	16,15	— 0,25
16	21,1	21,06	0,04
19	26,25	26,03	0,22

Curva *ff*

$\frac{1}{2}\tau$	d dedotto dalla curva	d calcolato colla formula (φ)	Differenze
4	0,80	0,90	— 0,1
5	1,35	1,50	— 0,15
6	2,20	2,41	— 0,21
7	3,25	3,3	— 0,05
8	4,45	4,35	0,10
9	5,65	5,70	— 0,05
10	7,15	7,05	0,10
11	8,80	8,70	0,10
13	12,65	12,30	0,35
16	19,20	19,35	— 0,15
18	24,55	24,75	— 0,20

$$(\varepsilon)\quad d=1,66\left\{\tau-\frac{1}{0,3}\left(1-e^{-0,3\tau}\right)\right\}\qquad(\varphi)\quad d=7,5\left\{\left(\frac{\tau}{2}-1\right)-\frac{1}{0,025}\left(1-e^{-0,025\left(\frac{\tau}{2}-1\right)}\right)\right\}$$

Dall' equazione della curva ff sembrerebbe spostata di due unità, l' origine dei tempi τ nell' esperienza (f). Ciò potrebbe spiegarsi ammettendo un errore nella determinazione di quell' origine, ma del resto anche l' equazione (φ) presenta la stessa forma della (23).

I confronti fra le diverse esperienze precedenti ed i resultati teorici inducono dunque a concludere che:

Supposto che le estracorrenti si sviluppino secondo le formule di Helmholtz, la legge di Joule è applicabile anche durante il periodo variabile delle correnti.

III. Correnti indotte.

Indotta di chiusura. — Sieno V e V′ due circuiti chiusi, l' uno inducente, l' altro indotto,

R , R' le resistenze, e
P , P' i potenziali corrispondenti.
Q il potenziale dell' uno sull' altro.

Supponiamo d' inserire ad un dato istante una forza elettromotrice E sul circuito V, avremo una corrente I_t su questo, ed una indotta di chiusura I_t' sul circuito V′. Queste due correnti saranno definite dall' equazioni

$$\begin{cases} I_t = \frac{E}{R} - \frac{1}{R}\left(P\frac{dI_t}{dt} + Q\frac{dI'_t}{dt}\right) & (25) \\ I'_t = \quad\quad \frac{1}{R'}\left(Q\frac{dI_t}{dt} + P'\frac{dI'_t}{dt}\right) & (26) \end{cases}$$

Ponendo:

$$\begin{cases} I_t = \frac{E}{R} + Ae^{-\gamma t} & (27) \\ I'_t = A'^{-\gamma t} & (28) \end{cases}$$

si hanno le condizioni:

$$\begin{cases} A = \frac{\gamma}{R}(PA + QA' & (29) \\ A' = \frac{\gamma}{R'}(QA + P'A') & (30) \end{cases}$$

ossia:

$$\begin{cases} A(R - P\gamma) - A'Q\gamma = 0 & (31) \\ AQ\gamma \quad\quad - A'(R' - P\gamma) = 0 & (32) \end{cases}$$

eliminando A e A′ si ottiene, la condizione in γ:

$$\begin{vmatrix} R - P\gamma & Q\gamma \\ Q\gamma & R' - P'\gamma \end{vmatrix} = 0 \quad (33)$$

ovvero:

$$(PP' - Q^2)\gamma^2 - (RP' + R'P)\gamma + RR' = 0. \quad (34)$$

Se dunque si indicano con γ_1 e γ_2 le due radici di questa equazione, gl' integrali completi dell' equazioni (25) e (26) saranno:

$$\left\{\begin{array}{ll} I_t = \frac{E}{R} + A e^{-\gamma_1 t} + B e^{-\gamma_2 t} & (35) \\ I'_t = A' e^{-\gamma_1 t} + B' e^{-\gamma_2 t} & (36) \end{array}\right.$$

essendo per la (31)

$$\left\{\begin{array}{ll} A' = \frac{A}{Q}\left(\frac{R}{\gamma_1} - P\right) & (37) \\ B' = \frac{B}{Q}\left(\frac{R}{\gamma_2} - P\right). & (38) \end{array}\right.$$

All' istante in cui s'inserisce la forza elettromotrice E, le due correnti inducente e indotta sono nulle, dunque per $t=0$ deve aversi, $I=0$ $I'=0$ cioè:

$$\left\{\begin{array}{ll} \frac{E}{R} + A + B = 0 & (39) \\ A' + B' = 0 & (40) \end{array}\right.$$

ovvero per le (37) e (38)

$$\left\{\begin{array}{ll} A + B = -\frac{E}{R} & (41) \\ \frac{A}{\gamma_1} + \frac{B}{\gamma_2} = -\frac{PE}{R^2}. & (42) \end{array}\right.$$

Risolvendo questo sistema avremo:

$$A = -\frac{E\gamma_1 (R - P\gamma_2)}{R^2 (\gamma_1 - \gamma_2)} \qquad (43)$$

$$B = \frac{E\gamma_2 (R - P\gamma_1)}{R^2 (\gamma_1 - \gamma_2)} \qquad (44)$$

e per le (37)—38)

$$A' = -\frac{E (R - P\gamma_1)(R - P\gamma_2)}{QR^2 (\gamma_1 - \gamma_2)} \qquad (45)$$

$$B' = \frac{E (R - P\gamma_1)(R - P\gamma_2)}{QR^2 (\gamma_1 - \gamma_2)} \qquad (46)$$

Per comodo dei calcoli successivi, faccio notare che si ha

$$\frac{1}{2\gamma_1} + \frac{1}{2\gamma_2} - \frac{2}{\gamma_1 + \gamma_2} = {}^1/_2 \frac{(\gamma_1 - \gamma_2)^2}{\gamma_1 \gamma_2 (\gamma_1 + \gamma_2)} \qquad (47)$$

$$(R - P\gamma_1)(R - P\gamma_2) = -\frac{R^2 Q^2}{PP' - Q^2} \qquad (48)$$

$$AB = \frac{E^2}{R^2} \frac{Q^2}{PP' - Q^2} \frac{\gamma_1 \gamma_2}{(\gamma_1 - \gamma_2)^2} \qquad (49)$$

Applicando la legge di Joule alla corrente I_t, il calore da essa sviluppato in un filo di resistenza r, durante il tempo τ a cominciare dalla sua origine, sarebbe:

$$\Sigma = \int_0^\tau r I_t^2 dt = r \int_0^\tau \left(\frac{E}{R} + A e^{-\gamma_1 t} + B e^{-\gamma_2 t}\right)^2 dt \qquad (50)$$

quindi:

$$(51)\quad \Sigma = r\left\{\frac{E^2}{R^2}\tau + \frac{2EA}{R\gamma_1}\left(1-e^{-\gamma_1\tau}\right) + \frac{2EB}{R\gamma_2}\left(1-e^{-\gamma_2\tau}\right) + \frac{2AB}{\gamma_1+\gamma_2}\left(1-e^{-(\gamma_1+\gamma_2)\tau}\right) + \right.$$
$$\left. + \frac{A^2}{2\gamma_1}\left(1-e^{-2\gamma_1\tau}\right) + \frac{B^2}{2\gamma_2}\left(1-e^{-2\gamma_2\tau}\right)\right\}$$

e per la I'_t si avrebbe:

$$(52)\quad \Sigma' = \int_0^\tau r I_t'^2\,dt = r\int_0^\tau \left(A'e^{-\gamma_1\tau} + B'e^{-\gamma_1\tau}\right)^2 dt$$

quindi:

$$(53)\quad \Sigma' = r\left\{\frac{A'^2}{2\gamma_1}\left(1-e^{-2\gamma_1\tau}\right) + \frac{B'^2}{2\gamma_2}\left(1-e^{-2\gamma_2\tau}\right) + \frac{2A'B'}{\gamma_1+\gamma_2}\left(1-e^{-(\gamma_1+\gamma_2)\tau}\right)\right\}.$$

Se si suppone τ superiore al periodo variabile le esponenziali di queste espressioni divengono trascurabili e si ha per l' espressione di Σ:

$$(54)\quad \Sigma_0 = r\left\{\frac{E^2}{R^2}\tau + \frac{2E}{R}\left(\frac{A}{\gamma_1} + \frac{B}{\gamma_2}\right) + \frac{2AB}{\gamma_1+\gamma_2} + \frac{A^2}{2\gamma_1} + \frac{B^2}{2\gamma_2}\right\}$$

ma dalle (41-42) si ha:

$$\left\{\begin{array}{ll} (55) & \dfrac{A}{\gamma_1} + \dfrac{B}{\gamma_2} = -\dfrac{PE}{R^2} \\ (56) & \dfrac{A^2}{2\gamma_1} + \dfrac{B^2}{2\gamma_2} = \dfrac{PE^2}{2R^3} - AB\left(\dfrac{1}{2\gamma_1} + \dfrac{1}{2\gamma_2}\right) \end{array}\right.$$

quindi per la (47):

$$(57)\quad \frac{2AB}{\gamma_1+\gamma_2} + \frac{A^2}{2\gamma_1} + \frac{B^2}{2\gamma_2} = \frac{PE^2}{2R^3} - \frac{AB(\gamma_1-\gamma_2)^2}{2\gamma_1\gamma_2(\gamma_1+\gamma_2)}.$$

Sostituendo ad A.B il suo valore (49) e riducendo, si trova:

$$(58)\quad \frac{2AB}{\gamma_1+\gamma_2} + \frac{A^2}{2\gamma_1} + \frac{B^2}{2\gamma_2} = \frac{E^2}{R^2}\left(\frac{P}{2R} - \frac{1}{2}\frac{Q^2}{RP'+R'P}\right)$$

Per cui finalmente, mercè l'equazioni (55) e (58), il valore di Σ_0 dato dalla (54) si riduce a:

$$(59)\quad \Sigma_0 = \frac{rE^2}{R^2}\left(\tau - {}^3/_2\,\frac{P}{R} - {}^1/_2\,\frac{Q^2}{RP'+R'P}\right).$$

Se si confronta questo valore con quello di Σ, dato dalla (12), nel caso in cui il circuito non è in presenza di altri, si ha:

$$(60)\quad \Sigma - \Sigma_0 = {}^1/_2\, r\,\frac{E^2}{R^2}\,\frac{Q^2}{RP'+R'P}$$

e facendo $r = R$:

$$(60)bis\quad \Sigma - \Sigma_0 = {}^1/_2\,\frac{E^2Q^2}{R(RP'+R'P)}$$

ossia:

La quantità di cui diminuisce l' energia calorifica sviluppata da una corrente, per effetto della presenza di un circuito indotto è, in un filo di resistenza r, ${}^1/_2\, r\,\frac{E^2}{R^2}\frac{Q^2}{RP'+R'P}$; e nell' intero circuito ${}^1/_2\,\frac{E^2}{R}\cdot\frac{Q^2}{RP'+R'P}$; avendo E, R, R', P, P', Q i significati che sopra.

Supposto sempre, che τ sia superiore al periodo variabile, avremo analogamente dalla (53):

$$\Sigma'_0 = r\left\{\frac{A'^2}{2\gamma_1} + \frac{B'^2}{2\gamma_2} + \frac{2A'B'}{\gamma_1\gamma_2}\right\} \qquad (61)$$

ossia per la (40):

$$\Sigma'_0 = -rA'B'\left\{\frac{1}{2\gamma_1} + \frac{1}{2\gamma_2} - \frac{2}{\gamma_1+\gamma_2}\right\}.$$

Sostituendo ad A' e B' le loro espressioni, e valendosi delle formule (47-48) si trova facilmente

$$\Sigma'_0 = {}^1/_2\, r\frac{E^2Q^2}{RR'(RP'+R'P)} \qquad (62)$$

e per il calore sviluppato nell'intero circuito, facendo $r = R'$:

$$\Sigma'_0 = {}^1/_2\, \frac{E^2Q^2}{R(RP'+R'P)}\,. \qquad (62)bis$$

L'espressione (62) di Σ'_0 essendo simmetrica rapporto ad R ed R', P e P', ne segue il teorema di reciprocità:

Se V e V' sono due circuiti chiusi qualunque, e s'inserisce sul circuito V una forza elettromotrice E, la quantità di calore sviluppata in un filo di resistenza r dalla corrente indotta in V' è la stessa di quella che si otterrebbe in un filo della medesima resistenza, dalla indotta che si ha in V quando s'inserisce la forza elettromotrice E nel circuito V'.

Questo teorema di reciprocità non si verifica per la quantità di calore sviluppata nell'intero circuito indotto. Invece le due equazioni (60*bis*) e (62*bis*) ci danno l'altro teorema relativo alla conservazione dell'energia nella induzione, cioè

L'energia calorifica sviluppata da una corrente indotta di chiusura nel suo circuito, è eguale alla quantità di cui diminuisce quella sviluppata dalla inducente nel circuito primario, per effetto della induzione reciproca.

Indotta diretta. — Se si suppone che i due circuiti V e V' sieno chiusi ed in uno di essi V circoli una corrente $I = \frac{E}{R}$, sopprimendo ad un dato istante la forza elettromotrice E, lasciando chiuso ed inalterato il circuito V; in V' si svilupperà una corrente indotta J'_t, che chiamerò diretta, e la I sarà continuata dalla estracorrente diretta J_t. Le due correnti J_t e J'_t saranno definite dalle stesse equazioni (25) e (26) quando si sopprima il termine $\frac{E}{R}$, cioè

$$\left\{\begin{aligned} J_t &= -\frac{1}{R}\left(P\frac{dJ_t}{dt} + Q\frac{dJ'_t}{dt}\right) && (65)\\ J'_t &= -\frac{1}{R'}\left(Q\frac{dJ_t}{dt} + P'\frac{dJ'_t}{dt}\right) && (66)\end{aligned}\right.$$

Per cui avremo analogamente al caso della chiusura:

$$\begin{cases} J_t = A e^{-\gamma_1 t} + B e^{-\gamma_2 t} & (67) \\ J'_t = A' e^{-\gamma_1 t} + B' e^{-\gamma_2 t} & (68) \end{cases}$$

essendo γ_1 e γ_2 le radici della (34) ma colle condizioni:

$$\begin{cases} A + B = \frac{E}{R} & (69) \\ A' + B' = 0 . & (70) \end{cases}$$

Per cui A e B, A' e A', conserveranno gli stessi valori (29) e (30), (21) e (32), e solo il segno sarà cangiato.

La quantità di calore totale generata dalla estracorrente J_t fino alla sua estinzione, in un conduttore di resistenza r, sarà:

$$(71) \qquad S = \int_0^\infty r J_t^2 dt = r \int_0^\infty \left(A e^{-\gamma_1 t} + B e^{-\gamma_2 t} \right) dt$$

quindi per la (58):

$$(72) \qquad S = r \frac{E^2}{R^2} \left(\frac{P}{2R} - {}^1/_2 \frac{Q^2}{RP' + R'P} \right).$$

Se si confronta questa espressione con quella (18) che dà la quantità di calore sviluppato dalla estracorrente diretta, nel caso in cui il circuito sia isolato, cioè:

$$\Sigma_1 = {}^1/_2 \, r \frac{E^2 P}{R^3}$$

si ha:

$$(72) \qquad \Sigma_1 - S = {}^1/_2 \, r \frac{E^2}{R^2} \cdot \frac{Q^2}{RP' + R'P}$$

e per $r = R$:

$$(73) \qquad \Sigma_1 - S = {}^1/_2 \frac{E^2 Q^2}{R(RP' + R'P)} .$$

cioè:

L'energia calorifica sviluppata da una estra corrente diretta, diminuisce per effetto della presenza di un circuito indotto, di ${}^1/_2 r \frac{E^2}{R^2} \frac{Q^2}{RP' + R'P}$ in un filo di resistenza r, e di ${}^1/_2 \frac{E^2 Q^2}{R(RP' + R'P)}$ nell'intero circuito.

Calcolando la quantità totale di calore sviluppato dalla indotta diretta nel filo di resistenza r si trova:

$$(73)bis \qquad S' = \int_0^\infty r \left(A' e^{-\gamma_1 t} + B' e^{-\gamma_2 t} \right) dt$$

ossia:

$$S' = {}^1/_2\, r \frac{E^2\, Q^2}{RR'(RP' + R'P)} \tag{74}$$

e per $r = R'$:

$$S' = {}^1/_2 \frac{E^2 Q^2}{R(RP' + R'P)}\,. \tag{74bis}$$

Confrontando questi due valori di S' coi valori (62), (62*bis*) di Σ'_0 si ha che:

L'energia calorifica sviluppata dalla corrente indotta diretta è eguale a quella sviluppata dalla corrente indotta inversa.

Facendo poi sull'espressioni (72), (73), (74), (74*bis*) le considerazioni ed i confronti che abbiamo fatte per la indotta di chiusura si hanno i due teoremi analoghi:

Se V e V′ sono due circuiti chiusi qualunque, e si esclude dal circuito V una forza elettromotrice E, già inclusa, la quantità di calore sviluppata in un filo di resistenza *r*, dalla corrente indotta in V′, è la stessa di quella che si otterrebbe, in un filo della medesima resistenza, dalla indotta in V, quando la esclusione della forza elettromotrice E si facesse nel circuito V′.

e l'altro:

L'energia calorifica sviluppata da una corrente indotta diretta nell'intero suo circuito, è eguale alla quantità di cui diminuisce quella sviluppata dall'estra-corrente diretta nell'intero circuito primiero, per effetto della induzione reciproca.

Se invece di sopprimere la forza elettromotrice E, lasciando chiuso il circuito V ed inalterata la resistenza s'interrompe affatto il circuito medesimo, avremo in V′ un'altra corrente indotta, che chiamerò d'apertura, Y_t e per formule note questa corrente sarà data da:

$$Y_t = \frac{EQ}{RP'}\, e^{-\frac{R'}{P'}t} \tag{75}$$

Il calore sviluppato da questa corrente durante il passaggio per un tempo τ a cominciare dalla sua origine, attraverso un filo di resistenza r sarà:

$$U_\tau = \int r Y_t^2\, dt = r\, \frac{R^2\, P'^2}{E^2\, Q^2} \int_0^\tau e^{-\frac{2R'}{P'}t}\, dt \tag{76}$$

onde

$$U_\tau = {}^1/_2\, r \frac{E^2}{R^2} \cdot \frac{Q^2}{PR'} \left(1 - {}^{-\frac{2R'}{P'}\tau}\right) \tag{77}$$

facendo $\tau = \infty$ $r = R'$, si ha il calore totale sviluppato nell'intero circuito ridotto dalla corrente indotta *d'apertura:*

$$U = {}^1/_2 \frac{E^2 \,.\, Q^2}{R^2 \,.\, P'}\,. \tag{78}$$

Il calore totale sviluppato dalla corrente indotta *diretta*, è invece dato secondo la (74*bis*) da

$$S' = {}^1/_2 \frac{E^2 Q^2}{R^2 P' + R R' P} \tag{79}$$

e se i due circuiti V e V' hanno la medesima resistenza, e il medesimo potenziale, cioè $R = R'$ $P = P'$, si ha

$$S'_1 = \frac{1}{4} \frac{E^2 Q^2}{R^2 P'} = \frac{1}{2} U. \tag{80}$$

Quindi si hanno i due teoremi:

Qualunque sieno i due circuiti V e V' (inducente e indotto), il calore totale sviluppato nell'intero suo circuito dalla indotta d'apertura, è sempre maggiore di quello sviluppato dalla indotta diretta;

e l'altro:

Se i due circuiti V e V' sono identici, il calore totale sviluppato nell'intero suo circuito dalla indotta d'apertura, è doppio di quello sviluppato dalla indotta diretta.

La formola (77) è l'unica di quelle relative alle correnti indotte che presenti una sola esponenziale, e che perciò si presti più facilmente ad una verifica sperimentale. Io mi sono quindi limitato a questo caso per l'esperienze sulle correnti indotte.

La disposizione dell'apparecchio è la seguente.

I due circuiti V e V' (inducente e indotto) erano le due metà di un circuito inducente in un rocchetto d'induzione. Presi queste, perchè prendendone il circuito indotto ordinario (a filo fine) non avevo nessun riscaldamento sensibile nel filo di platino. Ciò dipendeva dalla grande resistenza dell'intero circuito in confronto di quella del filo. Lo stesso avviene con un rocchetto di Ruhmekorff di grosso modello. Quello di cui mi dovei servire io essendo piccolo, le escursioni dell'indice erano troppo limitate e perciò v'impiegai anche il nucleo di ferro dolce. Con quest'aggiunta l'escursioni divennero sufficientemente grandi. E qui farò notare, che la presenza di una calamita temporanea non ha altro effetto che di aumentare i potenziali dei circuiti inducente ed indotto, e non modifica affatto le leggi suesposte, ammesso che il ferro di cui è costituita sia perfettamente dolce: almeno quando il nucleo ha il medesimo potenziale rispetto ai due circuiti indotto ed inducente, come era nel mio caso.

Tenuti chiusi i due circuiti inducente ed indotto, ad un dato istante apriva il circuito inducente e dopo un tempo τ, quello indotto. La corrente di questo, traversando il filo di platino, s'intende facilmente come il riscaldamento del termometro era dovuto al calore sviluppato dalla indotta, durante tutto il tempo τ a cominciare dalla sua origine.

I resultati ottenuti con quest'esperienza furono i seguenti:

Esperienza (g)

τ	d osservato	d calcolato colla formula (h)	Differenze
1	2,12	2,14	— 0,02
2	4,92	5,38	— 0,46
3	7,74	7,78	— 0,04
4	9,74	9,83	— 0,09
5	11,42	11,33	0,09
7	13,60	13,58	0,02
9	14,68	14,98	— 0.30
11	15,90	15,97	— 0,07
15	15,76	16,80	— 0,94
17	15,88	17,02	— 1,14
19	16,36	17,16	— 0,80
∞	17,4	17,4	— 0,00

$$(h) \qquad d = 17{,}4\left(1 - e^{-0{,}2302(\tau - 0{,}427)}\right).$$

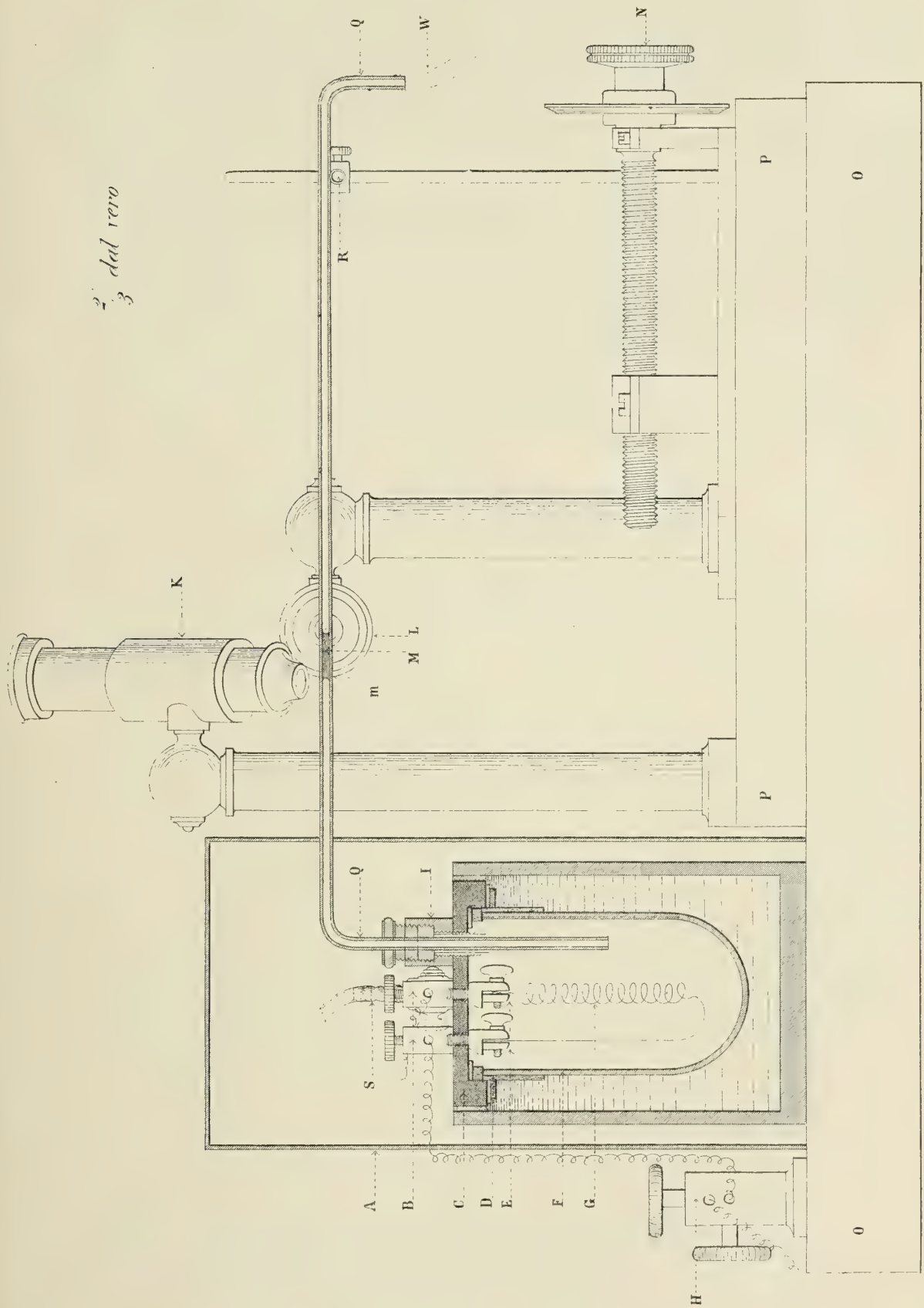
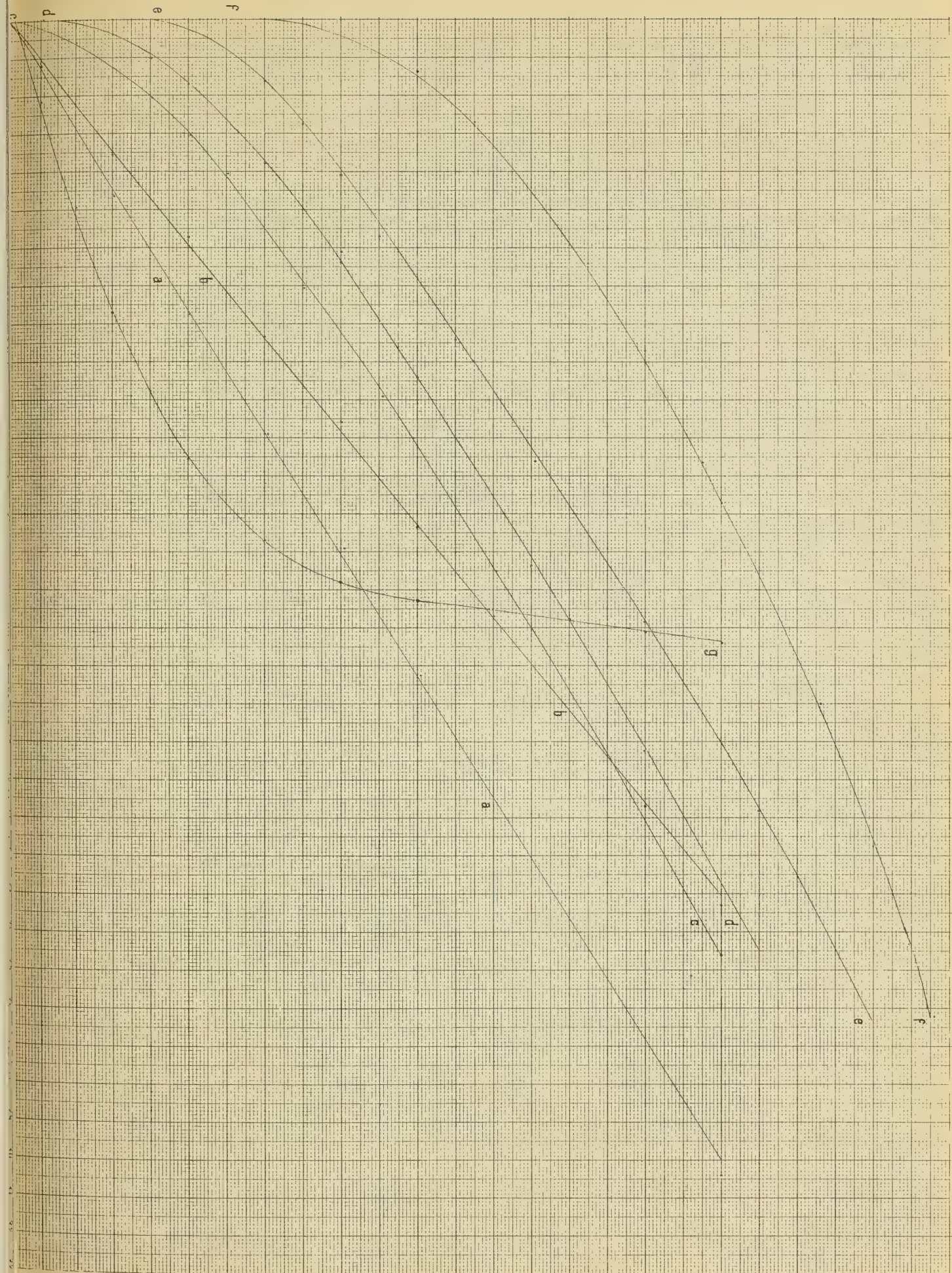
Questi numeri sono riportati graficamente lungo la curva gg. La colonna delle differenze dimostra che il fenomeno è effettivamente rappresentabile con una espressione della forma

$$d = \alpha\left(1 - e^{-\beta\tau}\right)$$

come quella indicata dall' equazione (77). Però anche in questo caso la curva accennerebbe ad uno spostamento dell' origine del tempo τ, di 0.427 unità. Ciò può spiegarsi ammettendo un errore nella determinazione di quell' origine. In questa come nell' esperienza (f), non ho potuto verificare se effettivamente vi fosse un errore di tal genere, perchè le formule furono calcolate dopo smontato l' apparecchio.

Risulta da ciò che questa esperienza, quando fosse unita ad un numero maggiore di altre del medesimo genere sulle correnti indotte, potrebbe condurci ad una generalizzazione della conclusione con cui ho terminato il § II, cioè:

Supposto che l' estracorrenti e le correnti indotte si sviluppino secondo le formule di Helmholtz, la legge di Joule è applicabile alle correnti anche durante il periodo variabile, ed alle correnti indotte.

2/3 dal vero
K
A
S
Q
B
I
C
D
E
F
G
H
m
M
L
R
Q
W
N
P
P
O
O

f
e
d
c
g
b
a

Intorno alla struttura e alle connessioni dei lobi olfattorii negli Artropodi superiori e nei Vertebrati.

Memoria del prof. G. BELLONCI

approvata per la stampa negli Atti dell'Accademia
nella seduta del 25 giugno 1882.

(Con due tavole)

In due miei lavori [1], ho già rilevato che nel cervello di alcuni Artropodi superiori i lobi olfattorii sono congiunti ai lobi ottici per mezzo di un fascio di fibre nervose totalmente o parzialmente incrociato.

Pensando che avevo trovato questa connessione in due classi diverse di Artropodi e riflettendo al suo alto significato fisiologico, ebbi il sospetto che essa dovesse ritrovarsi anche nei Vertebrati. Con questa idea mi misi a studiare il *Carassius*, l'*Anguilla* e la *Rana* e potei assicurarmi che in questi Vertebrati i lobi olfattorii hanno colle altre regioni cerebrali connessioni simili a quelle che riscontransi negli Artropodi.

Avendo già descritto la struttura e i rapporti dei lobi olfattorii nel *Nephrops* e nello *Sphaeroma*, mi limito quì alla *Squilla* e alla *Grillotalpa*, per gli Artropodi. Quanto ai Vertebrati, non descrivo per ora che il rinencefalo dell'anguilla e della rana; però i reperti degli anatomici e le mie osservazioni mi convincono che i fatti che ho bene studiato in questi due generi hanno valore generale.

I.

I lobi olfattorii nella Squilla e nella Grillotalpa.

a) **Squilla mantis.**

Struttura. — Nella *Squilla*, come nel *Nephrops* e nello *Sphaeroma*, le fibre sottili del nervo delle antenne interne si risolvono, in gran parte, nei rigonfiamenti laterali del cervello (tav. I, fig. 2, 3 *n. ol*). Queste fibrille hanno decorso tortuosissimo, sicchè riesce molto difficile seguirle. Ciò spiega perchè nelle mie prime ricerche sul cervello della squilla questo fatto mi fosse sfuggito, come sfuggì a Berger [2] e Dietl [3].

[1] G. Bellonci, *Sui lobi olfattorii del Nephrops norwegicus.* Memorie dell'Acc. d. Scienze di Bologna. 1880. — *Sistema nervoso e organi dei sensi dello Sphaeroma serratum.* Atti della R. Acc. dei Lincei. Anno CCLXXVIII. (1880-81).

[2] Berger, *Untersuchungen über den Bau des Gehirns und der Retina der Arthropoden.* Arbeiten aus dem zool. Institute d. Universität Wien. 1878.

[3] Dietl, *Untersuchungen über die Organisation des Gehirns wirbelloser Thiere.* II. Abth. (Crustaceen). Sitzbr. d. Kais. Ak. d. Wiss. Wien. I. Abth. LXXVII. Bd. 1878.

La struttura dei rigonfiamenti laterali è già abbastanza nota: dirò soltanto che nella parte interna di questi rigonfiamenti le masse di sostanza reticolata (fig. 3 *gl. o*) sono più rotondeggianti e più piccole che nella parte esterna e assomigliano veramente ai glomeruli olfattorii.

Un fatto singolare nella squilla è la presenza delle due anse inferiori del cervello, che descrissi nel mio primo lavoro ([1]). Nella parte interna e centrale di queste anse penetra un fascetto (fig. 2 *n. ol'*) di fibre sottili del nervo antennulare e si risolve in quattro o cinque masse rotondeggianti di sostanza finamente reticolata (*gl. o'*), le quali assomigliano a glomeruli olfattorii: io credo anzi che queste fibrille siano olfattorie e le masse reticolate veri glomeruli olfattorii.

Nella squilla dunque la terminazione centrale delle fibrille olfattorie trovasi principalmente nei rigonfiamenti laterali, nella cui parte interna la sostanza finamente reticolata si foggia a glomeruli: un piccolo fascetto di fibrille olfattorie termina nell'interno delle anse fibrillari cerebrali.

Connessioni. — Berger e Dietl dimostrarono che i rigonfiamenti laterali della squilla si connettono principalmente col ganglio ottico per mezzo di un fascio di fibrille (fig. 3 *t. ol* + *t. ol'*) che formano un chiasma nella regione anteriore del cervello. Io ho dimostrato le connessioni di questo fascio col ganglio ottico e colle formazioni che entro questo si trovano; formazioni che possono paragonarsi ai corpi fungiformi o peduncolati degli insetti ([2]).

Un fascetto di fibrille (fig. 3 *t. ol''*) provenienti dall'interno del rigonfiamento laterale si risolve in una massa reticolata trasversale, situata fra la parte media e la parte anteriore del cervello. Questa massa è attraversata dal fascio incrociato del peduncolo oculare; ed è probabilmente il luogo di connessione fra i rigonfiamenti laterali e le altre regioni del cervello.

b) **Grillotalpa vulgaris** (tav. I, fig. 4).

Struttura. — I lobi olfattorii della grillotalpa sono formati di due parti: una esterna (*l. ol'*), l'altra interna (*l. ol*). Nella prima si trovano masse relativamente grandi e sfumate di sostanza finamente reticolata, nella seconda masse più piccole e ben delimitate: veri glomeruli olfattorii (*gl. o*). Nella sostanza reticolata si risolvono le fibrille del nervo olfattorio (*n. ol*).

Le cellule dei lobi olfattorii sono alquanto piccole e raccolte in due gruppi principali: uno inferiore (*c*), l'altro esterno (*c'*). Esse inviano i loro prolungamenti nell'interno della sostanza reticolata.

Connessioni. — Due sono le principali connessioni dei lobi olfattorii della grillotalpa: una coi lobi ottici e un'altra coi corpi peduncolati.

Da ciascun lobo ottico parte un fascio di fibrille (*t. ol*) che si dirige verso il corpo peduncolato (*cf*) e precisamente alla regione dove questo s' attacca al suo

([1]) Bellonci, *Morfologia del sistema nervoso centrale della Squilla mantis*. Annali del Museo Civico di Genova. 1878.

([2]) Bellonci, *Nuove ricerche sulla struttura del ganglio ottico della Squilla mantis*. Memorie dell'Acc. d. Scienze di Bologna, 1881-82.

peduncolo (*p*): passa sotto (anteriormente) al peduncolo stesso, radendone la superficie e raggiunge la parte interna e superiore del cervello, dove trovasi una grossa trachea (*T*). Qui giunto questo fascio s' incurva in basso e si divide in due fascetti, uno dei quali rimane nella stessa metà del cervello, l' altro attraversa la linea mediana, formando col fascetto corrispondente dell' altro lato un chiasma (*ch. ol*). Le fibrille dopo aver formato il chiasma si riuniscono nell' altra metà del cervello al fascetto ottico rimasto nella metà cerebrale del lobo ottico da cui proviene, per terminare, con esso, nel lobo olfattorio.

Dall' interno di ciascun corpo fungiforme parte un fascio di fibrille (*t. ol'*) che passa dietro il peduncolo e discende verso il lobo olfattorio corrispondente: alla metà circa del suo decorso aderisce al fascetto ottico, restando alla parte esterna di esso, e insieme a questo va a risolversi nella sostanza reticolata del lobo olfattorio.

Al fascio proveniente dal corpo fungiforme si unisce esternamente un fascetto sottile che proviene dal lobo ottico e passa dietro il peduncolo.

I due lobi olfattorii sono congiunti fra di loro per mezzo di una commissura trasversa (*c. ol*).

È molto difficile decifrare queste connessioni nel complicato intreccio di fascetti tortuosi che si trova nel cervello della Grillotalpa: le ho rappresentate semischematicamente nella fig. 4 della tav. I, cercando di distinguere i diversi piani principali in cui le fibrille decorrono.

II.

I lobi olfattorii nell'Anguilla e nella Rana.

a) **Anguilla vulgaris.**

I lobi olfattorii dell' anguilla sono grossi e distinti dagli emisferi. Il tratto olfattorio è formato di fibre molto cariche di mielina, e coll' acido osmico si studia molto bene.

Struttura. — I fascetti delle fibrille olfattorie (tav. I, fig. 1 *n. ol*) entrano nei lobi intrecciandosi fra loro e si dirigono verso masse rotondeggianti di sostanza reticolata (*gl. o*), dove si risolvono in rete. Queste masse sono i glomeruli olfattorii, che non presentano ancora la forma ben determinata di piccoli globuli.

Le cellule si trovano di preferenza verso l' interno dei lobi olfattorii, che non hanno ventricolo. Esse possono distinguersi in grosse e piccole: le grosse (*cg*) sono poche e situate presso i glomeruli; le piccole (*cp*) molte e diffuse nell' interno dei lobi. Le une e le altre, sottoposte all' azione dell' acido osmico, presentano le due note varietà: alcune anneriscono, altre no.

Connessioni. — Le fibre del tratto olfattorio si riuniscono in due fasci principali: uno interno (*t. ol* → *t. ol'*) e l' altro esterno (*t. ol'*). Il fascio interno si dirige indietro, verso il cervello intermedio, e in prossimità di questo si divide in due fascetti: uno esterno che si risolve nel corrispondente emisfero, l' altro interno che forma un chiasma (*ch. ol*) con quello dell' altro lato. Alcune delle fibrille che escono dal chiasma terminano nella parte anteriore del cervello intermedio, in corrispondenza

di piccole cellule che segnano il limite anteriore della regione ottica (*G*); la massima parte però di queste fibrille discendono nel lobo ottico e si mettono in connessione con un gruppo di cellule che fu denominato da Fritsch *nucleo rotondo*. Questo gruppo, situato nell'interno del lobo ottico, forma parte integrante della regione ottica cerebrale.

Il fascio esterno del tratto olfattorio (tav. I, fig. 1; tav. II, fig. 4 *t. ol'*) penetra nella parte interna degli emisferi e si divide anch'esso in due fascetti: uno esterno che si risolve nell'emisfero cerebrale, l'altro interno che si congiunge al chiasma olfattorio già descritto. Che cosa avvenga delle fibrille di questo fascetto nel chiasma non posso dire con precisione: credo che molte passino nel fascetto corrispondente dell'altro lato, formando così una commissura olfattoria (*c. ol*).

Oltre questi due fasci principali, nei lobi olfattorii penetrano alcune grosse fibre provenienti dalla parte inferiore del cervello medio e decorrenti internamente al tratto olfattorio interno.

Immediatamente al disotto del chiasma olfattorio, trovasi un tratto trasverso di fibre poco midollate (tav. II, fig. 4, *cm. e, ch. e*): le anteriori (*cm. e*) sono fibre commissurali che riuniscono i due emisferi fra di loro; le posteriori, che provengono pure dagli emisferi cerebrali, formano un chiasma (*ch. e*) e si risolvono nella parte anteriore della regione ottica.

Fritsch [1] aveva riconosciuto l'esistenza di un chiasma olfattorio nei teleostei, non però le connessioni delle fibrille incrociate del tratto colla regione ottica.

b) **Rana esculenta.**

Struttura. — La disposizione degli elementi anatomici nei lobi olfattorii della rana è abbastanza conosciuta pei lavori di Reissner [2] e Stieda [3].

Le radici olfattorie sono due: una anteriore ed una posteriore esterna. I glomeruli sono piccoli e rotondi. Le fibrille olfattorie, riunite in fascetti che hanno decorso tortuosissimo, penetrano nei glomeruli e anastomizzandosi fra di loro vi formano un fitto reticolo [4]. Ho veduto questo reticolo con tre metodi diversi: coll'acido osmico, col cloruro d'oro e potassio (indurimento diretto in una soluzione $\frac{1}{100}$ di questo corpo) e coll'eosina (previo indurimento col liquido di Müller).

Facendo una sezione trasversa in corrispondenza della radice olfattoria anteriore (tav. II, fig. 1), si vedono i glomeruli alla parte inferiore esterna (*gl. o*). Al disopra di essi si trovano alcune cellule nervose disseminate (*co*); e nella parte superiore esterna alcune fibre midollate (*f. pc*), provenienti dai peduncoli cerebrali. Un grosso strato di piccole cellule nervose (*cs*) trovasi attorno al lume del ventricolo. Queste cellule, come le altre disseminate, presentano, trattate coll'acido osmico, due varietà: alcune anneriscono (e sono il maggior numero), altre no. Se si indurisce il cervello col liquido di Müller e si colorano le sezioni coll'ematossilina e l'eosina, si vede

[1] Fritsch, *Untersuchungen über den feineren Bau des Fischgehirns*. Berlin, 1878.
[2] Reissner, *Der Bau des centralen Nervensystemes der ungeschwänzten Batrachier*. Dorpat, 1864.
[3] Stieda, *Studien über das centrale Nervensystem der Wirbelthiere*. Leipzig, 1870.
[4] Reissner e Stieda hanno preso i glomeruli olfattorii per fasci di fibrille.

che i glomeruli sono ben colorati dall' eosina, le cellule disseminate partecipano dell'una e dell' altra colorazione e che i nuclei delle cellule piccole sono molto colorati dall' ematossilina. Questi nuclei si colorano meglio di tutti gli altri anche col carminio.

In una sezione trasversa fatta in corrispondenza della radice olfattoria posteriore (fig. 2), si nota già una disposizione di elementi simile a quella che riscontrasi negli emisferi cerebrali. Nella parte inferiore esterna trovasi una massa di glomeruli olfattorii (*gl. o'*); fra questa e l' epitelio del ventricolo si vedono molte cellule piccole (*cs*), simili a quelle che nella sezione anteriore circondano tutto il ventricolo. Le cellule olfattorie disseminate (*co*) si trovano alla parte inferiore. Verso il piano mediano del cervello decorrono da sotto in sù alcune fibre midollate (*fpc*), provenienti dai peduncoli cerebrali e si mettono in connessione principalmente con grosse cellule che stanno nella parte superiore (*cm*) e che anneriscono fortemente coll' acido osmico. Queste cellule si continuano con altre più piccole e piramidate (*c*) che formano uno strato che riveste l' epitelio della parete esterna del ventricolo ed anneriscono esse pure coll' acido osmico. Fra l' epitelio della parete interna del ventricolo e le fibre midollate si trovano molte cellule piccole, le quali coll' acido osmico non diventano nere (*cp*). Colorando coll' ematossilina e l' eosina una sezione simile ottenuta da un cervello indurito col liquido di Müller, non si ha una gran differenza di colorazione fra le cellule che così diversamente si colorano coll' acido osmico. In generale i nuclei delle cellule piccole si colorano coll' ematossilina più di quelli delle grandi: più intensamente ancora si colorano i nuclei connettivi ed epiteliali.

Una sezione trasversa di un emisfero cerebrale presenta una struttura simile a quella ora descritta (fig. 3). Mancano i glomeruli olfattorii; e le cellule che non anneriscono coll' acido osmico sono piccole nella metà inferiore dell' emisfero (*cp*), grosse nella parte superiore (*cp'*). Non descrivo minutamente questa sezione, chè la figura fa scorgere meglio, a colpo d' occhio, la disposizione degli elementi.

Come si vede, dalla struttura dei lobi olfattorii si passa gradatamente a quella degli emisferi coi quali sono fusi.

Connessioni. — Essendo gli emisferi così strettamente uniti ai lobi olfattorii, alcuni fasci di fibre sono comuni agli uni e agli altri.

Ho già notato che nei lobi olfattorii penetrano fibre midollate provenienti dai peduncoli cerebrali. In questi si distingue un fascio esterno di fibre grosse e molto cariche di mielina (tav. II, fig. 5, *pc'*), che penetra nella parete esterna degli emisferi, ed un fascio interno di fibre meno grosse (*pc*), le quali, dirigendosi verso la linea mediana formano, fra il cervello intermedio e gli emisferi, un chiasma incompleto: sono queste le fibre ascendenti che si osservano nelle sezioni trasverse e giungono fino nella regione olfattoria.

Dalla parte superiore della regione olfattoria e dal luogo dove questa passa insensibilmente negli emisferi ha origine un fascio di fibre sottilissime (fig. 6, *t. ol*), il quale si dirige indietro, formando una curva colla concavità rivolta indentro e raggiunge il piano mediano del cervello in corrispondenza della commissura anteriore, di cui costituisce il tratto superiore (*ch. ol*) [1]. Questo tratto però, anzichè una vera

[1] Stieda (l. c. p. 37) cita questo fascio, ma non ne riconosce le connessioni.

commissura è, in gran parte almeno, un incrociamento di fibrille, le quali si risolvono nella parte anteriore della regione ottica, dove trovasi un gruppo di cellule nervose (*G*). Sembra che alcune fibrille del tratto olfattorio si risolvano, senza incrociarsi, nella parte posteriore degli emisferi cerebrali (fig. 6 *x*). Il tratto inferiore della commissura anteriore è veramente commissurale: esso congiunge fra loro i due tratti esterni (fig. 5. *pc'*) dei peduncoli cerebrali.

Un' altra commissura, non descritta finora, riunisce fra di loro gli emisferi cerebrali della rana: essa trovasi un po' più indietro della precedente e passa sopra il plesso corioideo mediano (fig. 7 *cme*). Questa commissura rappresenta probabilmente un rudimento del *Fornix*, che si riscontra anche nei rettili [1].

III.

Considerazioni comparative e fisiologiche.

La struttura e le connessioni dei lobi olfattorii negli Artropodi superiori e nei Vertebrati presentano lo stesso disegno fondamentale.

Nel tipo degli Artropodi, conosciamo già per questo rispetto i seguenti animali:

Crostacei:
- *Sphaeroma serratum.*
- *Idotea tricuspidata.*
- *Squilla mantis.*
- *Astacus fluviatilis.*
- *Nephrops norwegicus.*

Insetti:
- *Grillotalpa vulgaris* [2].

È però altamente probabile che questi rapporti si trovino in tutti quegli insetti e crostacei che hanno funzioni psichiche molto perfette, avvegnachè essi stabiliscano relazioni fisiologiche essenzialissime.

In questi animali le fibre olfattorie e le fibre di connessione dei lobi olfattorii si risolvono in un finissimo reticolo che stipandosi in forma di numerosi globuli costituisce i così detti glomeruli olfattorii.

Nella *Squilla* e nei Decapodi le cellule che mandano direttamente i loro processi nei lobi olfattorii sono molto piccole e debbono considerarsi come elementi di funzione psichica molto elevata.

Nella *Grillotalpa* invece le cellule che inviano direttamente i loro processi nell' interno dei lobi olfattorii sono piccole e di media grandezza, ma le più piccole hanno tuttavia un diametro doppio o triplo delle piccolissime che si trovano nei corpi fungiformi.

Nella *Squilla* e nello *Sphaeroma* i rigonfiamenti laterali del cervello mostrano già la tendenza a dividersi in due parti: una interna posteriore contenente i veri glomeruli olfattorii, l' altra esterna anteriore di sostanza reticolata più diffusa. Nell'*Astacus*, nel *Nephrops*, nel *Palinurus* e forse in altri Decapodi la divisione è

[1] Rabl-Rückhard, « *Ueber das Vorkommen eines Fornixrudiments bei Reptilien* ». Zoologischer Anzeiger, No. 81, 1881.

[2] In molti altri insetti è nota la presenza dei glomeruli olfattorii.

compiuta e la parte interna posteriore dei rigonfiamenti laterali contiene bellissimi glomeruli olfattorii. Nella parte esterna e anteriore di questi rigonfiamenti terminano alcune fibrille del nervo antennulare: fibrille di senso speciale, probabilmente acustico o tattile.

Questa parte del cervello dei Crostacei superiori, oltre al ricevere una sensazione speciale, compie probabilmente alte funzioni psichiche, paragonabili a quelle che nei. Vertebrati compie la sostanza grigia degli emisferi. Difatti, in rapporto al numero delle fibrille periferiche che vi hanno terminazióne, essa è formata di una gran quantità di finissima sostanza reticolata e riceve i prolungamenti di cellule piccolissime: caratteri tutti delle regioni psichiche superiori degli Artropodi.

Anche nella *Grillotalpa* la massa reticolata dove termina il nervo antennare è divisa in due parti, di cui l'interna contiene glomeruli olfattorii in maggior numero e meglio determinati dell'esterna: quest'ultima riceve forse, oltre le olfattorie, anche sensazioni tattili. I caratteri delle cellule olfattorie e lo sviluppo minore delle masse fibrillari corrispondenti dimostrano che negli Insetti la regione olfattoria è sede di funzioni psichiche meno elevate che nei Crostacei superiori.

Nei Crostacei i lobi olfattorii si connettono ai lobi ottici per mezzo di un fascio di fibrille che forma un chiasma più o meno completo. Queste fibrille riuniscono i lobi olfattorii non solo coi centri che ricevono le impressioni visive, ma ancora con formazioni speciali che si trovano nei lobi ottici, le quali compiono alte funzioni psichiche e che io ho descritto nella *Squilla* (corpo emielissoidale, corpo reniforme, corpo allungato), paragonandole ai corpi fungiformi degli Insetti.

E il paragone regge tanto meglio se si considera che nella grillotalpa un fascio di fibre sottili congiunge direttamente i corpi fungiformi ai lobi olfattorii.

Anche nella grillotalpa, come nei Crostacei superiori un fascio di fibre che forma un chiasma incompleto riunisce i lobi olfattorii ai lobi ottici.

I lobi olfattorii degli Artropodi saranno probabilmente connessi con altre regioni del cervello oltre a quelle menzionate: ho già indicato nella *Squilla* la connessione colla massa reticolata trasversa.

Nei Vertebrati, come negli Artropodi, il nervo olfattorio si risolve in un reticolo che forma i così detti glomeruli olfattorii, ai quali convengono pure processi delle cellule nervose e fibrille del tratto [1]. Nei Vertebrati però le cellule nervose sono situate internamente allo strato dei glomeruli e presentano fra di loro notevoli differenze. Difatti, oltre le numerose cellule piccole, caratteristiche dei centri sensitivi, vi sono cellule grandi immediatamente sotto lo strato dei glomeruli. Anche nei Crostacei accanto alle cellule piccole dei rigonfiamenti laterali vi sono cellule di media grandezza e grandi, le quali hanno probabilmente rapporto coi lobi olfattorii. Negli Insetti poi, come ho notato, le cellule olfattorie sono piccole e di grandezza media.

Oltre a ciò, nei Vertebrati le cellule nervose sono di due specie: alcune anneriscono coll'acido osmico, altre no. Io ritengo, come ho già detto in altro lavoro [2],

[1] Golgi, *Sulla fina struttura dei bulbi olfattorii.* Reggio-Emilia, 1875.

[2] Bellonci, *Ricerche comparative sulla struttura dei centri nervosi dei Vertebrati.* Atti della R. Acc. dei Lincei. Anno 1880.

che queste siano cellule psichiche superiori, quelle cellule di passaggio e coordinazione motrice delle impressioni sensitive. Anche negli Artropodi ho notato una diversità di coloramento fra le cellule nervose, tanto coll' acido osmico, quanto con altri reattivi; però intorno a questo punto ho bisogno di fare altre ricerche.

I lobi olfattorii dell'Anguilla e della Rana sono connessi, per mezzo di un fascio di fibre che forma un chiasma parziale, colla regione ottica. Io credo che questa connessione sia un fatto generale dei Vertebrati: ho veduto, difatti, il chiasma olfattorio anche nel *Carassius*; Fritsch lo ha descritto in altri teleostei, e Meynert ([1]) nei mammiferi. Le esperienze fisiologiche fatte in proposito, non mi sembrano essere concludenti, trattandosi di un incrociamente parziale ([2]). Questa connessione è, come si vede, comune ai Vertebrati e agli Artropodi superiori: ciò dimostra che le impressioni ottiche e le olfattorie debbono essere in istretto rapporto fra di loro. L'associazione rapida e diretta della immagine di un oggetto coll' odore che ne emana serve a completare la rappresentazione dell' oggetto stesso e del luogo dove trovasi; e la percezione complessa delle due sensazioni associate, dirige, nel suo momento psicomotorio i movimenti dell' animale.

Un' altra connessione importante che si trova nei Vertebrati ed ha riscontro anche negli Artropodi è quella dei lobi olfattorii cogli emisferi cerebrali. Per questo rapporto i corpi fungiformi degli insetti, le formazioni del ganglio ottico dei crostacei e in questi anche la parte esterna-anteriore dei rigonfiamenti laterali del cervello corrispondono agli emisferi cerebrali.

Le esperienze fisiologiche dimostrano che, almeno in alcuni mammiferi superiori, la regione degli emisferi dove terminano le fibre del tratto olfattorio, trasmette le impressioni olfattorie all' unità fisiologica che è base della coscienza.

Anche nei Vertebrati, è probabile che, oltre quelle che ho descritto, si trovino altre relazioni fra i lobi olfattorii e altre regioni cerebrali: ho già notato che nella rana alcune fibre dei peduncoli cerebrali terminano nei lobi olfattorii. Sopratutto sarebbe da ricercare la condizione anatomica che fa sì che l'abolizione delle sensazioni tattili delle narici (5° paio) porti con sè l'abolizione delle sensazioni olfattorie (Magendie, Magnan, Ferrier).

La somiglianza di struttura e di rapporti di una regione cerebrale in due tipi diversi di animali può condurre a considerazioni fisio-anatomiche che accennerò di volo. È chiaro che quando la funzione ha bisogno, per così dire, di plasmarsi tutta la struttura organica, dalle più minute particolarità istologiche ai rapporti macroscopici, essa, indipendentemente dalle relazioni di parentela, di sviluppo e di architettura dell' organismo, indipendentemente cioè dalle vere corrispondenze morfologiche (omologie), può produrre una corrispondenza essenzialmente completa nella organizzazione delle parti e nei loro rapporti. Ora questa corrispondenza è qualche cosa di più di una semplice analogia funzionale: essa ha base organica altrettanto completa e profonda quanto la più perfetta omologia morfologica; benchè questa base sia molto diversa.

([1]) Meynert, *Vom Gehirne der Säugethiere*. Stricker's Handbuch der Gewebslehre. 1872.
([2]) v. Ferrier, *Les fonctions du cerveau* p. 296. Paris 1878.

Questa potenza formatrice della funzione si riscontra sopratutto nel sistema nervoso e nei rapporti di questo col resto dell'organismo; perchè in questo sistema la funzione è intimamente legata alla struttura e ai rapporti stretti che si stabiliscono fra gli elementi anatomici. Ed è tale questa potenza, che nel sistema nervoso le vere omologie morfologiche, hanno importanza anatomica secondaria.

Invece quando la funzione è estrinseca, essa non può stabilire corrispondenze organiche: allora si hanno le vere *analogie* (p. e. organi di volo e di locomozione nei diversi tipi animali). Allora la morfologia astratta, che prescinde dalla funzione, riprende il suo dominio.

Egli è certo però che le due corrispondenze organiche sono molto diverse; e converrà, per non generare confusione, esprimerle con due termini diversi.

E poichè la parola *omologia* è oggidì consacrata alla corrispondenza morfologica pura, sarà mestieri inventare un'altra parola per significare la corrispondenza organica indotta dalla funzione.

Credo che queste quistioni siano di interesse vitale per l'indirizzo delle ricerche anatomiche, embriologiche e istologiche e meritino di essere trattate a lungo: io mi propongo di studiarle meglio in un lavoro teorico.

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

INDICAZIONI COMUNI A TUTTE LE FIGURE

n. ol, nervo olfattorio
l. ol, lobo olfattorio
gl. o, glomeruli olfattorii
t. ol, tratto olfattorio che va al lobo ottico
t. ol', tratto olfattorio psichico
ch. ol, chiasma olfattorio
c. ol, commissura olfattoria

DICHIARAZIONE SPECIALE DELLE FIGURE

Tavola I.

Fig. 1. Sezione orizzontale del cervello dell'anguilla (schematica).

cp, cellule olfattorie piccole
cg, cellule olfattorie grandi
em, emisferi cerebrali
tr. o, tratto ottico
t. o, tetto ottico
G, ganglio anteriore della regione ottica
nr, nucleo rotondo (molto al disotto del piano di sezione).

Fig. 2. Sezione orizzontale inferiore del cervello della *Squilla mantis*.

Cg. cellule giganti anteriori
NA', fibre grosse (motrici) del nervo antennulare
n. ol', radice olfattoria centrale
gl. o', glomeruli olfattorii centrali

Fig. 3. Sezione orizzontale mediana del cervello della *Squilla mantis*. (Le regioni circoscritte dalla punteggiatura sono già mote).

c, cellule del rigonfiamento laterale
t. ol', tratto che riunisce i rigonfiamenti laterali alla massa reticolata trasversa
nt, nervo tegumentale
m, commissura mediana.

Fig. 4. Sezione del cervello della grillotalpa, passante pei corpi fungiformi e pei lobi olfattorii. Questa figura è semischematica: i particolari sono disegnati come si presentano nel vero, ma la figura è fatta collo studio di molte sezioni e rappresenta diversi piani.

cf,	corpi fungiformi	*c*, *c'*,	cellule olfattorie
p,	peduncoli dei corpi fungiformi	*lo*,	lobo ottico
cg,	cellule grandi	*T*,	trachea grossa.

Tavola II.

Fig. 1. Sezione trasversa della parte anteriore di un lobo olfattorio della rana (Schematica).

co,	cellule olfattorie	*f. pc*,	fibre dei peduncoli cerebrali.
cs,	cellule sensitive olfattorie		

Fig. 2. Sezione trasversa di un lobo olfattorio della rana, fatta in corrispondenza della radice olfattoria posteriore (Schematica).

gl. o',	glomeruli olfattorii della radice posteriore	*c*,	cellule piramidate della parete esterna, che coll'acido osmico anneriscono
cp,	cellule psichiche	*cm*,	cellule motrici superiori.

Le altre lettere hanno lo stesso significato che nella fig. precedente.

Fig. 3. Sezione trasversa di un emisfero cerebrale della rana (Schematica).

cp', cellule psichiche superiori.

Il significato delle lettere è come nelle due precedenti figure.

Fig. 4. Sezione orizzontale del cervello dell'anguilla (Schematica).

cm. e,	commissura trasversa degli emisferi	*pc*,	peduncoli cerebrali.
ch. e,	chiasma degli emisferi		

Il significato delle altre lettere è come nella fig. 1 della tav. I.

Fig. 5. Sezione orizzontale inferiore del cervello anteriore e intermedio della rana (Schematica).

pc,	peduncoli cerebrali interni	*ch. pc*,	chiasma delle fibre peduncolari
pc',	peduncoli cerebrali esterni	*tr. o*,	tratto ottico.

Il significato delle altre lettere è come nelle fig. 1, 2 e 3 di questa tavola.

Fig. 6. Sezione secondo il piano xx del cervello anteriore e intermedio della rana (Schematica).

G. ganglio anteriore della regione ottica.

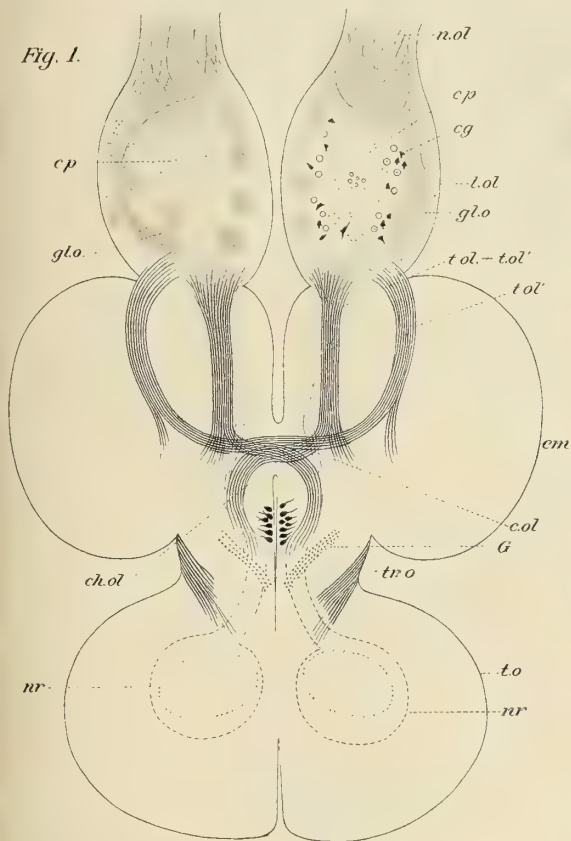
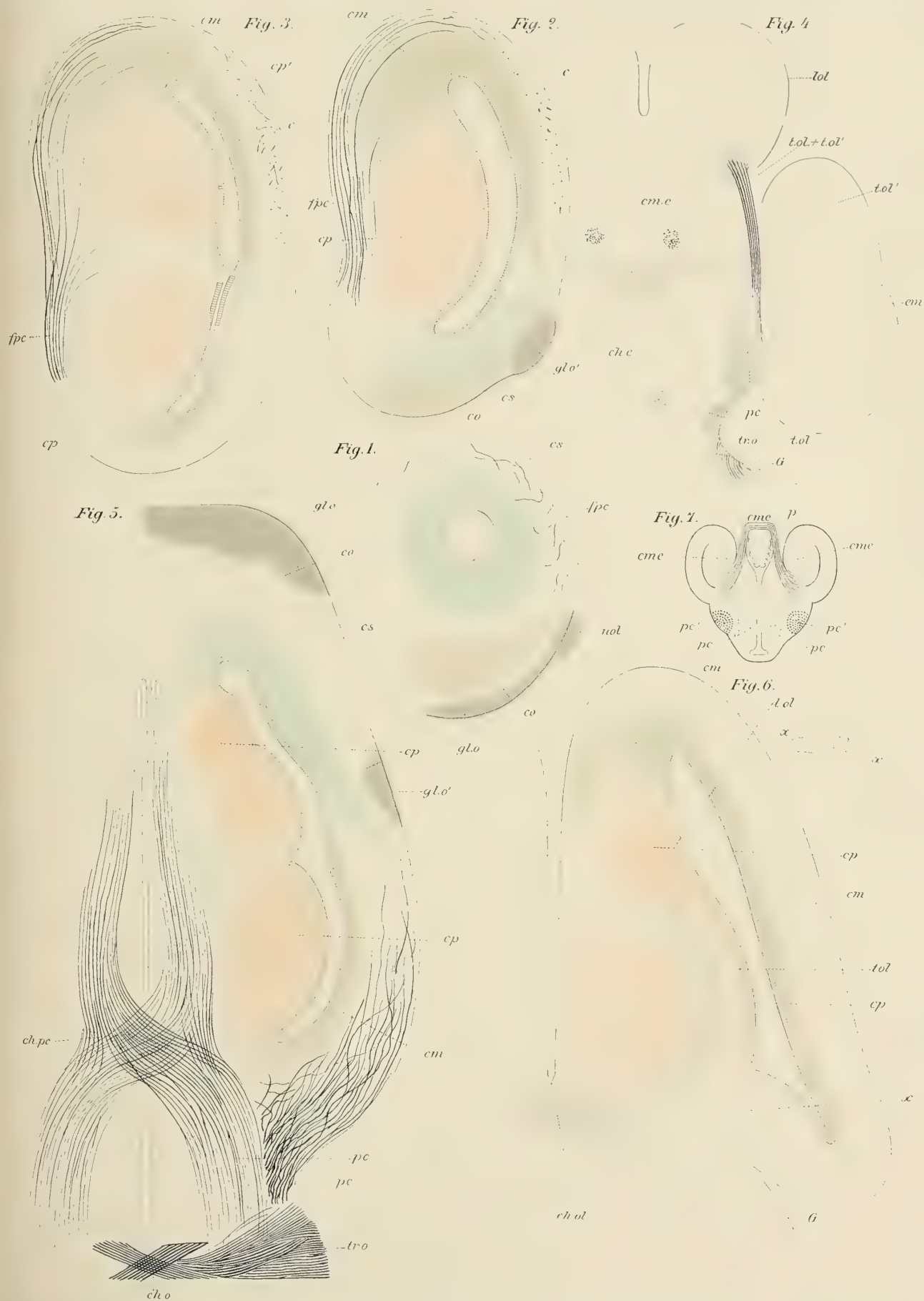
Il significato delle altre lettere è come nelle precedenti figure.

Fig. 7. Sezione trasversa della parte anteriore del cervello intermedio della rana.

cme,	commissura superiore (*Fornix?*)	*pc*,	fibre peduncolari interne
p,	plesso corioideo mediano	*pc'*,	fibre peduncolari esterne.

G. Bellonci dis.

Lit. G. Wenk Bologna

G. Bellonci dis. Lit. G. Wenk-Bologna

I Chetognati.
Anatomia e sistematica con aggiunte embriologiche.

Memoria del dott. B. GRASSI

approvata per la stampa negli Atti dell' Accademia
nella seduta del 21 maggio 1882.

INTRODUZIONE

Ho preso a studiare l'anatomia dei Chetognati, al fine di trovarne, s'egli è possibile, le relazioni con gli altri animali; relazioni in verità affatto manchevoli, nonostante che la lor conoscenza sia invocata con urgenza dai moderni filosofi, che tentano di costituire l'unità del regno animale.

Senza torcer l'occhio da questa meta; ben sapendo che certi animali dilucidano, o dimostrano leggi istiologiche, che in altri mal s'indovinerebbero, non ho trascurato di studiare i Chetognati sotto il rispetto dell'istiologia generale, qualunque volta m'avvenni a fatti che, secondo il mio parere, potessero a questa riuscire di giovamento.

Anche alla parte sistematica, compatibilmente con le deboli mie forze, ho prestato solerte cura; imperocchè non ignoro quanto difettino tuttavia le leggi della variabilità della specie e però come possa tornar utile la conoscenza delle singole specie d'un gruppo, non limitata ai piccoli bisogni del puro sistematico, ma estesa a tutti gli apparati organici, quale si può conseguire soltanto con pazienti ricerche anatomo-embriologiche.

Lo studio dei Chetognati mi venne suggerito dall' eg. prof. Kleinenberg (presso il quale mi recai con un assegno di perfezionamento all'interno liberalmente concessomi dal nostro eccellente Governo); all'eg. Kleinenberg professo impertanto la mia riconoscenza; riconoscenza molto grande, perchè egli ebbe la bontà di aiutarmi, a compire questo lavoro, con preziosissimi consigli.

Cominciai nel novembre 1879 e, per quanto me lo permisero le condizioni di salute, ho continuato ad occuparmene, se non esclusivamente, però a gran preferenza per tutto l'anno scolastico 1879-80. Verso il luglio io era riuscito a raccogliere una messe di fatti, che non mi sembrava indegna di veder la luce; ed anzi, per consiglio del sig. prof. Kleinenberg stesso, stava allestendo una Nota preliminare in argomento,

quando uscì fuori una Monografia del prof. O. Hertwig ([1]), che tratta ampiamente tanto la sistematica quanto l' anatomia dei Chetognati. In essa vidi con piacere confermati da tanto bravo osservatore una parte dei fatti ch' io avea già rilevati; molta parte però egli mi lasciava ancor nuova; ed in alcuni punti io non potea consentir con lui. Il perchè al principio del presente anno scolastico (1880-81) io ripresi l'argomento e presto m'accrebbero tra mano i fatti nuovi e mi confortai ne' miei dissensi; sicchè in gennaio mi son deciso a riunir questi e quelli in una Nota Prima che feci presentar all'Istituto lombardo di Milano; essa venne letta nell'adunanza del 24 marzo 1880 e pubblicata nei Rendiconti, pochi giorni appresso.

Dopo il gennaio ho continuato sul medesimo argomento ed ho avuto la fortuna di raccogliere non pochi altri fatti; i quali aggiunti ai primi formano un materiale che, se non mi fa velo l'amor proprio, non può stare come complemento semplice della fresca Monografia d'Hertwig, ma val la pena di riordinarlo in una nuova Monografia, in cui si ripeta anche quel che discovrì Hertwig stesso ed altri molti, prima di lui.

Una parte però, che quegli svolse alla distesa, verrà da me trattata con molta parsimonia; e questa si è la parte istorica. A chi proprio avesse interesse di conoscerla a fondo, non sarà grave di ricorrere ad Hertwig, o meglio ancora, perchè in queste istorie, per quanto si sacrifichi alla prolissità, si pecca sempre d'insufficienza, non gli sarà grave di cercare le fonti originali, che per fortuna non son molte, nè voluminose. D'altra parte io non vedo quanto e come possa giovare il sapere con molta minutezza l'istoria dei Chetognati, che non è nè più nè meno curiosa di quella della maggior parte degli altri animali; corre, cioè, press' a poco parallela al perfezionarsi dei metodi d'indagine ed è in relazione con la sagacia degli osservatori, che fecero i Chetognati soggetto dei loro studî. Egli è per queste ragioni che, ripeto, nel presente volume limiterò entro stretti confini le notizie istoriche.

Siccome però alla sistematica certe notizie riescono molto utili, così per queste farò eccezione; mi studierò anzi di essere accurato e rimaneggerò quelle che raccolse Hertwig (come si vedrà a luogo convenevole) aggiungendo parecchie cose a lui sfuggite.

Come in questo, in moltissimi altri punti, nello svolgere la tela del mio lavoro dovrò a lungo discorrere della Monografia d'Hertwig e stabilirne di frequente un'analisi critica ([2]).

Hertwig tratta anche l'embriologia; aggiungendo pochissime novità, egli ci

([1]) Senza reclamare alcuna priorità, ma per comprovare l'indipendenza de' miei studî da quelli d'Hertwig, vo' notare che il mio progresso in queste ricerche risulta da un certificato rilasciatomi nel luglio 1879-80 dal sig. prof. Kleinenberg e da me a quella stessa epoca inviato al Ministero per il concorso ad un posto di perfezionamento per l'anno presente.

([2]) Per giustificare la pubblicazione di questa mia Monografia quasi contemporanea alla sua, debbo assumermi lo sgradevolissimo obbligo di segnare ciò che a lui è sfuggito, ciò ch' egli ha veduto incompletamente ed infine ciò che, s'io non m'inganno, egli ha veduto male (quest'ultime cose sono pochissime). Perchè potrebbe sfuggirmi qualche parola che in certo modo sembrasse poco gentile, o poco rispettosa per Hertwig; così fin d'ora vo' notare che il mio sentimento nello scriverle non fu tale e ch' io rispetto molto la sua abilità e la sua laboriosità, virtù che brillano in questo, come in tutti gli altri suoi lavori.

dà notizia esatta e ben particolareggiata di quanto prima di lui avean già veduto Gegenbaur, Kowalevsky e Bütschli; anch' io ho confermato tutto quanto hanno asserito questi illustri zoologhi, e ciò su parecchie specie, di cui una (l'*Hexaptera*) ad essi non aveva mai dato uova. Ma per non ripetere un'altra volta quanto è già notorio, ed anche popolare dopo il trattato di Balfour, io non farò un capitolo speciale intorno a questa embriologia, ma ne accennerò soltanto lo stillato nella parte sistematica; ed alle poche mie osservazioni nuove, o non concordanti con quelle d'Hertwig, mi sforzerò di trovar luogo opportuno nell'esporre l'anatomia dei singoli sistemi organici.

Quest'anno avrei ben voluto approfondirmi in queste ricerche embriologiche, chè pur troppo l'embriologia dei Chetognati non è conosciuta a sufficienza; sciaguratamente però anch' io, come chi mi ha preceduto, non son riuscito a conservar le uova in maniera da poterne trarre delle buone sezioni microscopiche; e per giunta, dopo il dicembre non ho potuto avere che pochissime uova, a cagione dello sfavorevole andamento della stagione.

Campo de' miei studî è stato Messina; dove già Krohn, Gegenbaur e Kowalevsky fecero le lor mirabili scoverte in questo medesimo argomento e dove anche Hertwig, un anno prima di me, venne a far la sua Monografia dei Chetognati.

Messina, come è noto a tutti i zoologhi, vanta una fauna marina ricchissima ed anche i Chetognati vi abbondano; anzi in certe giornate sovrabbondano tanto che, in ogni bicchier d'acqua, se ne vedon dozzine; però, come quasi tutti gli animali pelagici, la lor numerosità patisce larghe variazioni nei varî anni, nelle varie epoche dell'anno e perfino nelle varie giornate. Ma sovra questo punto ritornerò in altro luogo.

Qui invece voglio soggiungere alcune parole sulla scelta del materiale più opportuno e sui modi di usufruirlo.

Per lo studio della struttura cospicua, si presta, in qualunque modo, qualunque specie, l'*Hexaptera* è però migliore d'ogni altra. Si può avanzarsi alcun poco semplicemente con l'osservazione a fresco, corroborata, o no, dall'uso di reattivi (acido osmico allungatissimo, acido acetico ecc.). Quest'osservazione è importantissima, perchè assicura del valore reale dei varî metodi di conservazione, fa lume su parecchi organi che non si conservano in buono stato e finalmente ne mostra altri, che per la lor piccolezza e per la lor peculiare posizione, di leggeri sfuggono al nostro occhio, quando l'animale è conservato. Però ben presto intopiccheremmo, senza il sussidio delle sezioni e delle dilacerazioni; le dilacerazioni non riescono meno proficue delle sezioni, a cui vogliónsi pertanto alternare, al fine di formarci un concetto intero sull'istiologia dei Chetognati.

Buonissimi pezzi per sezioni ottenni coll'acido picrosolforico di Kleinenberg; anzi debbo soggiungere che, senza questo, parecchi fatti, ch' io ritengo importanti, mi sarebbero sfuggiti. È a sapersi che per le specie piccole basta che l'immersione in quest'acido duri un quarto d'ora e che per le specie grosse convien prolungarla d'un'ora e più. Le colorazioni riescon tanto nella tintura d'ematossilina, quanto nel borato, od alluminato di carmino; le sezioni si fanno in paraffina, meglio che in spermaceti.

Col metodo di Kleinenberg si conserva stupendamente il sistema nervoso e molto bene tutti gli altri sistemi organici, ad eccezione delle cellule mucipare del prepuzio,

che per lo più si alterano alquanto. Esse cellule si possono mantener ottimamente immergendo i Chetognati nell'acido osmico ($^1/_4$ $^0/_0$), da cui si trasportano dopo qualche minuto nel carmino di Beale, e di qui nell'alcool prima di 70°, poi di 90°; i pezzi così conservati, già dopo alcuni giorni, diventano fragili e perciò mal si prestano per i tagli.

Buoni risultamenti ottenni anche dal liquido di Merkel ed infine dalla miscela d'acido cromico ed acido osmico.

Per le macerazioni mi servii dell'alcool al terzo, della glicerina diluita, dell'acido cromico e del bicromato di potassa allungatissimi; ottenni però preparati migliori coi liquidi degli Hertwig (acido acetico 0,2, acido osmico 0,04, acqua di mare gr. 100. Vi si immerge l'animale per alcuni minuti e poi si passa in acqua acidulata d'acido acetico al 0,2 $^0/_0$; da onde, dopo tre ore, si passa in glicerina molto acquosa e debolissimamente fenicata; la colorazione si può fare tanto col carmino di Beale, quanto col borato ed alluminato di carmino). Quest' ultimo metodo è commendabilissimo, sopra tutto perchè salva le più fine diramazioni nervose; però non è scevro d'inconvenienti, inquantochè i preparati di solito si conservano appena per alcuni mesi.

Per lo studio dei nervi, torna opportuno il cloruro d'oro; anche qui, come sempre, il cloruro d'oro è, a così dire, capriccioso; la reazione non mi riuscì che adottando quasi scrupolosamente il metodo che siegue. Si taglia un tronco d'*Hexaptera* in sei, od otto, pezzi trasversali; ognuno di questi si spara longitudinalmente e si distende in una soluzione abbondante di cloruro d'oro all' 1 $^0/_0$, lievissimamente acidulata con acido cloridrico, oppure commista ad una minima quantità di cloruro di calcio liquido (0,02 $^0/_0$); vi si lascia dentro quarantacinque minuti, nè più nè meno di questo tempo; si lava quindi in acqua debolissimamente acidulata con acido cloridrico ed in molt'acqua del pari acidulata si espone al sole; son necessarie tre-quattro ore perchè avvenga una buona riduzione. La quale però mi riuscì tale soltanto d'inverno; d'estate probabilmente per il forte caldo la riduzione è prontissima, ma invece che limitata ai nervi ed ai nuclei resta uniformemente diffusa.

Coll'oro si studiano benissimo anche l'epidermide delle pinne, i nuclei musculari ecc.

Aggiungo ora alquante cose intorno alla cernitura del materiale. È qui degno di menzione il fatto che in generale i tessuti dei Chetognati sono oggetti poco buoni per ricerche istiologiche, a motivo dell'estrema piccolezza dei loro elementi; i quali però sono tanto più minuti, quanto minore è il volume delle specie in cui si osservano. È perciò che bisogna preferir sempre l'*Hexaptera*, non ostante che essa non si presti comodamente per i tagli; in generale si può dire che una sezione d'*Hexaptera* anche imperfetta è più utile di quanto lo sia una relativamente perfetta di piccola specie.

Queste piccole però servono ottimamente per le osservazioni a fresco.

Finirò questa introduzione con parole di ringraziamento a mia sorella, Isabella Grassi, che gentilmente mi aiutò ad allestire tre delle tavole, che illustrano questo mio lavoro; ed all'egregio Prof. Dohrn, che generosamente mi donò una gran quantità di Chetognati, raccolti nel Golfo di Napoli.

PARTE PRIMA

FATTI

CAPO I.

Sistematica

Si contano già parecchi tentativi di sistematica generale; i più notabili sono quelli di Krohn (1854), di Langerhans (1880) e d'Hertwig (1880). Bisogna però confessare che anche questi lasciano molto a desiderare, o perchè i loro autori non possedevano sufficienti cognizioni anatomiche sui Chetognati, ovvero perchè non disponevano di sufficiente materiale, ovvero infine perchè non compulsavano abbastanza la bibliografia. La speranza di non rompere a questi scogli e la scoperta di tre nuove specie mi danno l'animo di rifare l'opera altrui; dirà il lettore se con miglior fortuna, o no.

I Chetognati, come credo di poter dimostrare nel progresso di questo volume, offrono tali e tante divergenze dagli altri tipi che *ci troviamo obbligati a costituirli in tipo a sè;* la cui posizione nel sistema naturale per ora non è determinabile, nè con tanta nè con poca probabilità. Vuolsi perciò toglierli dai Vermi tra cui erano iscritti. Conserviamo invece la denominazione di *Chetognati* (*Leuckart*); a cui restano sinonimi gli *Oesthelminthes* di Gegenbaur e gli *Pterhelminthes* di Harting.

Ecco i caratteri del tipo in discorso [1].

Il corpo è lungo e molto sottile: tondeggiante, schiacciato però, più o meno, nel senso dorso-ventrale. Ordinariamente l'animale vivo è trasparente, come cristallo.

Sono distinte una superficie dorsale ed una ventrale: all'estremità anteriore sul lato ventrale trovasi il vestibolo boccale: più o meno al di là della metà anteriore del corpo (in qualche specie tra la metà anteriore e la posteriore) apresi l'ano, parimenti sulla superficie ventrale. — Nel corpo dei Chetognati si possono distinguere tre sezioni, o segmenti, i quali però non hanno valore, nè di metameri, nè di gruppi di metameri. La sezione anteriore (capo) possiede una musculatura speciale ed un prepuzio, racchiude il celoma cefalico ed è percorso dall'intestino anteriore: porta il cervello, i gangli vestibolari ed i periesofagei ed infine va fornito di organi di senso (occhi, papille probabilmente gustatorie, prominenze tattili, corona cigliata, fossette vestibolari, fossetta retrocerebrale). La sezione media costituisce il tronco: porta il ganglio addominale e serra dentro di sè il celoma, l'intestino chilifero e gli ovari. L'ano corrisponde all'estremità posteriore di questo tronco, che è diviso dalla sezione posteriore, o caudale (coda), per mezzo d'un setto trasversale. La coda contiene gli organi genitali maschili. Dietro al capo talvolta il corpo assottigliasi per poi subito allargarsi: onde l'apparenza di un collo. Questi nomi

[1] Questa diagnosi è alquanto diffusa, affinchè il lettore possa formarsi un concetto complessivo dei sistemi organici degli animali in discorso.

di capo, collo, tronco e coda tornano comodi nel far le descrizioni e noi li useremo; tengasi però a mente che, siccome già fu accennato, non hanno vero valore morfologico e, sono, per così dire, arbitrarî. — Appendici del corpo, o, se si vuole, arti per sè stessi immobili, sono le pinne, così denominate per la simiglianza con le pinne di altri animali; questa simiglianza è però grossolana perchè, a differenza delle vere pinne, esse non hanno una propria attività locomotoria. Son quasi sempre orizzontali: il loro numero varia: d'ordinario se ne incontrano tre o cinque: una impari, o caudale, all'estremo posteriore dell' animale ed una, o due pari (laterali) collocate simmetricamente ai due lati del corpo. — L'epidermide è pavimentosa, semplice o stratificata, senza cuticula e senza vero derma. Le pinne sono appunto espansioni epidermoidali rinforzate da materia amorfa solida e da raggi chitinoidi. — La musculatura è striata: si può scompartire in musculatura generale e speciale: quella è suddivisibile in primaria e secondaria. La musculatura generale primaria è estesa in piccola parte alla testa, nel resto al tronco ed alla coda: è ripartita in quattro nastri, due dorsali e due ventrali: spazî mediani assai stretti (*linee mediane longitudinali, dorsale e ventrale*), spazî laterali assai ampî (*aree laterali*) separan l' un dall'altro i quattro nastri: che sono a fibre longitudinali. Ciascuno dei due nastri ventrali (in una specie) è ricoverto alla sua faccia profonda da uno straterello di fibre trasversali. I nastri son fatti di lame e lamelle variamente ordinate. La musculatura generale secondaria è molto poco sviluppata sulle linee mediane; lo è di più nelle aree laterali: qui però si trova soltanto in corrispondenza alla parte anteriore del tronco ed alla coda: è sempre longitudinale e possiede una striatura peculiare. La musculatura speciale è propria della testa: è raccolta in numerosi e complicati muscoli, talor confusi assieme, talor nettamente separati in tutto, od in parte, per involucri anisti e rigidi. In un muscolo (complesso mediano ventrale) sta innicchiato un organo fatto di cellule poligonali piccole, il cui significato mi resta incognito. In intimo rapporto con la musculatura è il prepuzio: involge l'estremità anteriore e la superficie ventrale della testa ed ha filetto dorsale mediano: è fatto di due pagine epiteliali rinforzate da fibre musculari circolari, disposte in una lamina, tra le due pagine epiteliali: al fondo ceco del prepuzio si notan cellule mucipare, simili alle esofagee: dall'orlo libero sporgono papille d'epitelio cilindrico: infine in questo prepuzio riposan gli occhi, parte della corona cigliata e parecchi nervi. — Nel sistema nervoso si trova un ganglio sopraesofageo (cervello) ricoperto dall'epidermide e collocato in corrispondenza al filetto del prepuzio: lunghe commessure lo congiungono ad un ganglio addominale ventrale, ricoperto dall' epidermide e collocato sul tronco più, o meno, discosto dalla metà di sua lunghezza: da questo ganglio addominale partono molti sottili tronchi laterali, due grossi tronchi anteriori fusi insieme con le commessure or ora dette e due grossi tronchi posteriori. Dal ganglio sopraesofageo, oltrechè nervi prepuziali, ottici e coronali (per la corona cigliata) dipartonsi due tronchi anteriori che formano una commissura sottoesofagea: prima di avvicinarsi a formar la commissura, essi presentano un rigonfiamento ganglionare (ganglio vestibolare), d'onde parte un ramo che forma un altro ganglio (ganglio periesofageo). Da questa porzione boccale del sistema nervoso originano tre nervi per l'esofago, di cui due, se non m' inganno, proseguono lunghesso l' intestino. Tutti i nervi, a cui ho potuto tener dietro, finiscono in organi

di senso; non ho potuto scovrir nervi o terminazioni nervose muscolari, nonostante delicatissime e pazientissime indagini. Il senso tattile sembra circoscritto a numerosi organi complicati, sopraepidermoidali, forniti di peli (*prominenze tattili*); probabilmente però serve alla medesima funzione una corona cigliata sopradermoidale, la quale è posata sul dorso, precisamente sulla parte posteriore del capo e su quella anteriore del tronco. Nel vestibolo boccale s' incontrano follicoli, che forse sono destinati all'organo del gusto. Alla faccia dorsale dietro al cervello son collocati due occhi composti, di fabbrica molto complicata e singolarissima. Sono probabilmente organi di senso: 1° una fossetta retrocerebrale sul cui fondo sboccano due ghiandole (?) claviformi, comprese nel nervrilemma del cervello; 2° due avvallamenti irregolari (fossette vestibolari) siti nelle parti laterali del vestibolo boccale, uno a destra e l'altro a sinistra. — Con questo vestibolo comincia l'intestino: al vestibolo fa seguito l' esofago e l'intestino chilifero. Il vestibolo è tappezzato di cuticula: va fornito di quattro sorta di organi (denti, uncini, follicoli, fossette) ed è soccorso da numerosi muscoli. L'esofago è fatto: 1° da uno strato di cellule alte, probabilmente mucipare, tra cui stanno delle cellule nervose; e 2° da due strati muscolari (longitudinale e trasversale). L' intestino chilifero consta: 1° di un epitelio semplice, a cellule in parte assorbenti ed in parte ghiandolari, ma tutte vibratili; e 2° di una membrana esterna di fibre muscolari (?) lisce, trasversali, su cui qua e colà si trovan sparsi dei nuclei. Due mesenteri (mediano-longitudinale-dorsale l'uno, mediano-longitudinale-ventrale l' altro) attaccano l' intestino alle linee mediane dorsali e ventrali della parete del corpo. — L' intestino co' suoi mesenteri forma un setto mediano longitudinale attraverso una cavità delimitata dalla parete del corpo, ossia, attraverso il celoma: il quale resta così diviso in due sezioni, comunicanti però l'una coll'altra attraverso lacune dei mesenteri. Esso s' estende anche al capo dove circonda l'esofago. Nelle aree laterali può esservi un abbozzo di canale (d' organo escretore ?): nello spessore del mesenterio dorsale un abbozzo di vaso dorsale; se questi abbozzi sian organi iniziali o regrediti, non lo so. — I Chetognati sono ermofroditi. Nelle parti posteriori e medie del celoma del tronco, lateralmente all'intestino, si estende l'ovario, organo pari: è a foggia cilindrica ed ha un proprio ovispermadotto, che lo attraversa in tutta la sua lunghezza e sbocca per un proprio meato sovra una papilla dorsal laterale. Vi sono altresì due apparati genitali maschili: i quali stanno nella sezione caudale. Questa ha, giù di lì, la foggia di una guaina di forbici, il cui fondo cieco corrisponderebbe all'estremità posteriore del Chetognato. Essa sezione caudale è incavata: la cavità è divisa da quella del tronco per un sepimento trasversale, già dianzi menzionato. Un altro sepimento longitudinale mediano la separa in due cellette uguali: una serve per l'apparato maschile d'un lato, l'altra per quello dell'altro. Ciascun apparato consta delle seguenti parti: 1° il testicolo p. d., solido, cilindrico, collocato nella celletta alla sua parte lateral-anteriore; 2° una cavità in cui si sviluppano gli spermatozoi ed è quasi tutta la celletta stessa, ovvero soltanto una sua porzione (postero-esterna); 3° il condotto deferente che è didietro del testicolo p. d.; e 4° la vescicola spermatica che forma una sporgenza laterale della sezione caudale, sporgenza collocata tra la pinna media e la caudale: la vescicola spermatica communica direttamente coll'ambiente esterno a mezzo di un foro.

Lo sviluppo accade senza alcun stadio larvale e si può riassumere nelle infrascritte proposizioni ([1]).

Formazione di una gastrula per invaginamento, senza che l'ectoderma e l'entoderma siano differenziati nello stadio precedente (blastula): separazione sul fondo della gastrula (porzione aborale dell'archenteron) di due cellule invaginatesi coll'entoderma e, com'è verisimilissimo, senza più moltiplicarsi, dopochè è cominciato l'invaginamento: poco più tardi (?), loro divisione in modo da formare, se non m'inganno, quattro gruppi di piccolissime cellule: questi sono senza dubbio gli accenni degli organi genitali. Divisione della metà aborale dell'archenteron in tre cavità secondarie, una mediana e due laterali, che si possono considerare come diverticoli della metà adorale dell'archenteron stesso: chiusura del blastoporo: chiusura della metà adorale dell'archenteron. Dalle pareti del diverticolo mediano (un semplice strato cellulare) deriva l'intestino chilifero: vestibolo ed esofago sono verosimilmente introflessioni dell'ectoderma. Dalle pareti dei due diverticoli laterali (formate del pari da un semplice strato di cellule) sorge il mesoderma. Questo mesoderma forma il celoma del tronco. Per strozzamento, da questo mesoderma si separa una gemma, che forma il celoma cefalico. Dal mesoderma probabilmente si svolge il sistema muscolare: quello nervoso e gli organi di senso prendono invece origine dall'ectoderma.

Esposte così le più importanti particolarità anatomo-embriologiche degli animali in discorso, tentiamo di classificarli.

Già a prima giunta siamo colpiti da una grande rassomiglianza tra le singole specie di Chetognati, vuoi in rispetto all'anatomia, vuoi in rispetto all'embriologia; sicchè presto acquistiamo la persuasione, che non può essere agevole di raccoglierle razionalmente in unità superiori, cioè dire, in generi, o famiglie.

Alcuni autori tentarono una distinzione in generi, colla base del numero delle pinne, mettendo in un genere i Chetognati a tre pinne ed in un altro quelli a cinque, lo che a tutta prima pare soddisfi almeno i bisogni del sistematico. Per contro un esame esteso a tutte le specie ed a tutti gli stadî di sviluppo c'insegna che tale criterio è inadequato, anche a questo fine. Ne infrascrivo le ragioni precipue: 1° nella *Lyra* non si saprebbe decidere se le pinne sono tre, o cinque; 2° almeno certe specie escono dall'uovo, ornate di tre pinne e più tardi ne acquistano due altre; 3° nelle *Claparèdi* neonate le tre pinne sono fuse in una sola; 4° se ne togliamo una, tutte le specie che, mature, posseggono soltanto tre pinne, vanno fornite di certe espansioni laterali dell'epidermide; le quali si possono ritener formazioni pinnoidi. Per ultimo il carattere di due pinne, in più od in meno, avrebbe valore appena in un sistema onninamente artificiale; poichè egli è, a così esprimerci, isolato e non porta seco altri caratteri momentosi.

Di quindi siam costretti ad abbandonare questo criterio. Come, del pari, non possiamo appoggiarne un altro avanzato da Langerhans (vale a dire la semplice, o

([1]) È duopo notare che queste proposizioni devonsi accogliere, in parte almeno, *sotto riserva*: dacchè l'embriologia dei Chetognati è fin qui stata fatta quasi esclusivamente a fresco e senza l'aiuto dei tagli.

doppia serie dei denti); perchè in due specie non si saprebbe decidere se v'ha una sola serie di denti, ovvero due, come si vedrà meglio qua sotto; e perchè (ciò, che è ben più importante) il numero di queste serie non ha valore morfologico, tanto che con questo criterio si arriverebbe a riunire specie, che per caratteri piuttosto rilevanti sono naturalmente discoste l'una dall'altra.

Lasciam dunque da banda denti e pinne.

Se esaminiamo le specie de' Chetognati, *nella somma delle loro qualità anatomiche*, possiamo ripartirle, senza offender troppo le leggi naturali in due generi: l'uno composto per ora soltanto di tre specie; l'altro assai più numeroso. Al primo diamo il nome di Sagitte (usufruendo un nome che fino all'anno scorso serviva per tutti i Chetognati); al secondo riserviamo il nome di Spadella (nome che, i pescatori sogliono usare per dinotare i Chetognati grossi, i quali appunto vengono compresi in questo secondo genere).

Queste sono le caratteristiche del genere *Sagitta*: musculatura trasversale; cellule adesive sopra-epidermoidali e ghiandole sulle pinne; alcune prominenze tattili sono alquanto infossate. La mancanza di queste disposizioni caratterizza le *Spadelle*.

Discendiamo alle singole specie. Or qui è duopo avvisare che i nostri animali sono delicatissimi e, frequenti volte, per quanta cura s'adoperi, si raccolgono spellati e guasti nelle pinne e nei denti; il perchè vuolsi procedere cautamente nel fondar specie nuove. Egli è per questa considerazione ch'io esito a registrare come varietà, o specie nuove, certi individui che mi si presentarono con epidermide qua e là colorita; attesochè non posso sventare il dubbio che la mancanza di colori, benchè si verifichi in moltissimi individui, pur tuttavia possa dipendere da lesione.

Non è forse del tutto vano che richiami l'attenzione del sistematico anche sulla trasparenza dei Chetognati; la quale varia per i genitali maschili e per l'ovispermadotto colla presenza, od assenza degli spermatozoi; e per l'intestino, collo stato di digiuno, o no dell'animale.

Ciò premesso, la quistione delle specie è piana, almeno per quanto riguarda quelle da me vedute; i caratteri in generale sono sicuri, cioè costanti; e se si lascian fuori i sessuali, il numero dei denti e quello degli uncini, gli altri caratteri, già ne' giovani, son segnati così bene che un equivoco mi sembra impossibile. Una volta riuscito a stabilire le specie reperibili a Messina, non ebbi mai più un momento d'esitanza nel fissare una specie di un individuo, ancorchè immaturo e maltrattato.

La mia bisogna diventa spinosa, quando tento di riordinare le specie mancanti a Messina, a mezzo delle figure e delle descrizioni forniteci dai vari autori che le scovrirono e le studiarono; queste figure e queste descrizioni per solito sono troppo manchevoli. In alcuni casi mi lusingo d'aver trovato il bandolo della matassa ed ho perciò francamente cancellate alcune specie e costituitene altre. Non mancano però i casi, in cui il dubbio mi parve la conclusione più sensata; il lettore deve perciò permettermi di collocare accanto a molte specie determinate, alcune incerte. Ulteriori ricerche dimostreranno se devonsi tener buone, ovvero radiare.

Enumero adesso certi caratteri facili a rilevarsi e sufficienti a diagnosticare una specie:

1° *Lunghezza e larghezza del capo;* è importante tanto l' assoluta che la relativa; giova ancora la *lunghezza e la larghezza relativa delle sezioni del corpo.*

Convien tener conto anche della *taglia del corpo*; per essa (ed è delineata già nei giovani) ad occhio nudo si classificano bene quasi tutte le specie; così, a modo d'esempio, egli è specifico il corpo panciuto dell' *Enflata*, la sottigliezza di quello della *Subtilis* ecc.

Non posso pretermettere che la lunghezza dei Chetognati ha quasi sempre valore sufficiente per la determinazione d' una specie, quando però vi si combini l'osservazione degli ovari; i quali si allungano via via che l'animale s'appressa alla sua massima lunghezza e, quando la raggiunge, essi contengono uova mature, o quasi. Parlo di ovario e di uova, e non di spermatozoi, di cui per es. può rigurgitare la vescicola spermatica della *Serratodentata*, ancor piuttosto lontana dalla sua massima lunghezza.

2° *Forma, numero, grandezza e posizione delle pinne e delle espansioni laterali epidermoidali.* Anche questi caratteri sono preziosi; vo' però ricordare che una volta m'avvenni in una *Serratodentata*, le cui pinne medie sembravan doppie, una, cioè, anteriore ed un'altra posteriore (vale a dire a contatto colla porzion anteriore della vescicola spermatica); l'aver trovato così tanto la pinna destra, quanto la sinistra, mi fece pensare ad una vera anomalia, piuttosto che ad un' alterazione traumatica. Comunque sia, certo è che le anomalie ne' Chetognati son rarissime evenienze; laddove le alterazioni traumatiche s' incontrano ad ogni pie' sospinto.

3° *Forma, grandezza e posizione degli uncini e dei denti.* Anche questi dati sono di molto valore pel sistematico; invece non convien far a fidanza col numero tanto degli uncini, quanto dei denti, dacchè gli uni e gli altri ne' giovani sono più scarsi che negli adulti. Ed anche tra gli adulti occorrono differenze; io ne riscontrai ripetutamente perfino tra il lato destro ed il sinistro; notisi però che non è determinabile se, e qual parte, in questi casi debbasi concedere ai traumi.

Or scendiamo alla definizione delle singole specie.

Genere. **SPADELLA** (1)

1. **Spadella Hexaptera** (D'Orbigny) (V. tav. I, fig. 6).

Sinonimi. Sagitta Hexaptera (D'Orb.). — Sagitta Bipunctata (Krohn).

Letteratura. D'Orbigny. 1835-43 (Non è del tutto certo che la specie D'Orbigny sia eguale a quella che qui descrivo). — Krohn. 1844 e 1853. — Gegenbaur. 1856. — Busk. 1856. — Möbius 1874 (A torto identificò la *Bipunctata* di Quoy e di Gaimard con quella di Krohn). — Langerhans. 1880. — Hertwig. 1880 (Ne dà una descrizione quasi completa).

Descrizione. Lunghezza massima ctm. $6\frac{1}{2}$. Corpo cilindrico un po' appiattito nel senso dorso-ventrale: si restringe alquanto dietro al capo: va mano mano ingrossando, raggiunge il massimo ingrossamento al ganglio addominale e si conserva così fino

(1) Certi fatti, appena accennati nelle seguenti descrizioni, verranno ampiamente svolti nei capitoli sull'anatomia.

all'estremità anteriore della pinna media: coda lunga all'incirca $^9/_{40}$ della lunghezza totale, relativamente grossa e larga. Pinne, orizzontali, poco sviluppate in proporzione alla grandezza dell'animale: medie e caudali, robuste e piuttosto larghe: anteriori gracili e strette. L'estremità anteriore delle pinne anteriori dista dal ganglio addominale un poco più che il ganglio stesso dall'estremità anteriore del tronco: queste pinne anteriori sono a figura di triangolo con due lati (l'anteriore-esterno ed il posteriore-esterno) convessi: del pari le medie sono triangoli, di cui il lato posteriore-esterno è convesso e molto più corto dell'anteriore-esterno, che è quasi una linea retta: l'angolo formato da questi due lati è press' a poco a livello del setto trasversale, che separa il celoma dalla cavità dei testicoli. La pinna caudale non tocca l'estremità posteriore della vescicola spermatica. In questa pinna i raggi s'estendono per tutta la sua lunghezza: nelle medie, posteriormente i raggi sono prolungati per tutta la pinna, ma nelle parti di mezzo son limitate alla metà esterna, e mancano affatto anteriormente. Le anteriori hanno raggi estesi per tutta la lor larghezza posteriormente: circoscritti invece alla loro metà esterna nel mezzo (ed anche anteriormente?). Uncini 6-7. Denti anteriori 3-4. Posteriori 5-7 ([1]). Epidermide sottile a cellule dentellate: per molti tratti in un unico strato. Tronchi anteriori del ganglio addominale divergenti, già appena nati. Nervi laterali assai numerosi. Plessi nervosi periferici, assai sviluppati. Occhi, visti di fronte, tondeggianti. Follicoli boccali in due gruppi, l'uno anteriore, posteriore l'altro. Corona cigliata, a contorno di pera, la cui parte basilare resta posteriore: è estesa dalla fossetta retrocerebrale fino al principio del tronco. L'ovaio interamente sviluppato è lungo due centimetri e più, e sorpassa l' estremità anteriore della pinna media. Soltanto una parte delle cellette serve all'incubazione dei cumoli spermatici. Condotto deferente corto, largo, con lo sbocco interno imbutiforme. Vescicola spermatica tendente alla forma sferica, pimmentata in bruno.

2. **Spadella Magna** (Langerhans) (V. tav. I, fig. 3 e 11).

Sinonimi. Sagitta Magna (Lang.).

Letteratura. Langerhans. 1880.

Questa specie non era stata veduta che da Langerhans, il quale ne scrisse questo breve cenno: « Diese bei Madeira nicht seltene Art war mit 2 bis 3 cm. « stets noch unreif und erst mit 4 cm. entwickelt. In Gestalt sich ganz an die oben « besprochenen Arten (Hexaptera, Lyra, Serratodentata) anschliessend, unterschied sie « sich durch die geringe Entwickelung der Nebenkiefer, die vorn 4, hinten nur 2 « bis 3 Zähne hatten. Kiefer mit 7 bis 9 Zähnen. Mund quer ». Questa descrizione è così imperfetta, ch'io durai gran pena ad identificar la Magna con una specie di Messina, che mi colpiva per la lunghezza de' suoi denti anteriori e ch'io avrei volontieri denominata longidentata.

Già nella prima sembianza si differenzia dalla *Lyra* ([2]) perchè non ha le pinne

([1]) Qui, come nelle altre descrizioni, segno il numero degli uncini e dei denti d'una metà longitudinale della testa.

([2]) Vedremo più innanzi che Langerhans molto probabilmente non vide la vera *Lyra* di Krohn.

pari congiunte assieme, e dall'*Hexaptera* perchè più grossa in proporzione alla propria lunghezza.

L'animale lungo ctm. 4,1 (che è la lunghezza massima da me constatata in questa specie) non ha ancor toccata la maturanza sessuale femminina; l'ovaio però è già piuttosto lungo e raggiunge l'estremità anteriore della pinna media (in *Hexaptera* d'ugual lunghezza, l'ovaio è molto più piccolo); quando l'animale è lungo appena 1-2 ctm., l'ovaio è cortissimo, e non ancora tanto sviluppato da potersi discernere ad occhio inerme. La testa, in istato di riposo, relativamente al tronco, è poco larga (l'opposto occade nell'*Hexaptera*): la sezione caudale è circa $^1/_5$ della lunghezza totale. Pinne simili a quelle dell' *Hexaptera*. Denti anteriori 4, di cui 3 lunghi ed 1 corto; denti posteriori 2-3 corti: nelle piccole talvolta, sonvi soltanto 3 denti anteriori lunghi e 2, od anche soltanto 1 solo, posteriore. Uncini 10-13. Epidermide sottile. Corona cigliata poco dissimile da quella dell'*Hexaptera*. La Magna è affatto simile a questa ne' genitali maschili.

3. **Spadella Lyra** (Krohn) (V. tav. VIII, fig. 1 — tav. I, fig. 13).

Sinonimi. Sagitta Lyra (Krohn).

Letteratura. Krohn. 1853. — Langerhans. 1880. — Hertwig. 1880.

La specie in discorso, fin qui è stata descritta soltanto da Krohn; benchè la descrizione di questo autore sia lodevolissima, se ci riferiamo all'epoca da cui data, pure al giorno d'oggi riesce incompleta. Langerhans dice soltanto che questa specie, quand'è lunga 2-3 ctm., è già matura e che appena perciò differenziasi bene dall'*Hexaptera*. Una tale definizione insufficientissima lascia sospettare che quest'autore abbia avuto sottocchi la specie che descriverò come *Enflata*, piuttosto che la *Lyra* di Krohn.

Descrizione. Lunghezza massima ctm. 3 $^1/_2$. Testa relativamente sottile. Tronco affilantesi all' avanti: in proporzione molto largo verso la sua porzione mediana. Sezione caudale piuttosto assottigliata, a lunghezza massima di poco più che mezzo centimetro. Pinne orizzontali e relativamente molto lunghe. Impari larga, spessa, co' raggi estesi per tutta la sua superficie: disposizione speciale di essi agli estremi anteriori (dove, cioè, la pinna guarda la vescicola spermatica). Nel mezzo del margine posteriore di questa pinna impari, vi può essere un rientramento accennante a divisione in due lobi: io credo che cotal rientramento sia devoluto a lesioni subite dall'animale e che naturalmente il margine della pinna sia sempre intiero. Pinne medie press' a poco triangolari, a lato esterno-anteriore e esterno-posteriore, curvilinei: son congiunte con le pinne anteriori per un tratto stretto. Pinne anteriori strette prolungantesi molto in avanti, tanto da raggiungere il ganglio addominale: più larghe verso la lor parte posteriore. Al limite posteriore delle pinne anteriori, un grosso fascio nervoso passa dal lato ventrale al lato dorsale, stando sotto l'epidermide; finchè arriva all'orlo libero della pinna, obliqua dall'avanti all'indietro e dall'interno all'esterno; quando, sorpassato l'orlo, si porta sulla faccia dorsale della pinna, muta direzione e va dall' avanti all' indietro e dall' esterno all'interno. I raggi posteriormente coprono tutta la pinna media: più avanti non ne coprono che una porzione periferica: il ponte ha la pinna media e l'anteriore ha la struttura delle pinne, gli

mancano però i raggi. Quelle anteriori hanno simiglianza colle medie: infatti all'indietro i raggi investono tutta la pinna e verso la parte media si limitano alla porzione esterna: la loro porzione anteriore non è sostenuta da alcun raggio. Uncini 8-9. Denti anteriori 4-7: posteriori 8-11. Ovario lungo 8 mmt. in individui femminilmente quasi maturi: non di rado un ovario più lungo dell'altro. L'estremità anteriore dell'ovispermadotto può presentarsi assai dilatata, quasi bulbo d'un termometro: in questo caso ho sempre incontrato l'ovispermadotto ed il suo bulbo riempiuti di sperma. Epidermide sottile. Corona cigliata a forma di pera, come nell'*Hexaptera*, ma limitata alla testa e relativamente meno lunga che in questa: nella *Lyra* la larghezza propria della corona cigliata, cioè dire la distanza tra la sua periferia esterna e quella interna, è relativamente maggiore che in quasi tutte le altre specie. Occhi, nella veduta di fronte, tondeggianti. I nervi anteriori del ganglio addominale sono assai avvicinati l'uno all'altro fino all'estremità posteriore della testa: vi hanno pochi nervi laterali del ganglio addominale. L'intestino finisce un po' prima del setto trasversale, a cui si congiunge però a mezzo di un semplice mesenterio (che va dall'estremità posteriore dell'intestino alla parte mediana del setto trasversale). Genitali maschili, come nell'*Hexaptera*.

4. **Spadella tricuspidata** (Kent)

Sinonimi. Sagitta tricuspidata (Kent).

Letteratura. Kent. 1870.

Questa specie è stata insufficientemente descritta da Kent; secondo quest'autore s'approssima per grandezza e forma sopratutto alla *Lyra;* si distingue però da tutte le altre specie per il piccolo numero dei denti.

Riferisco la corta diagnosi datacene dallo scopritore: « Corpo lungo ed un po' compresso. Segmento caudale di un quinto della lunghezza del tronco. Pinne laterali, evidentemente disgiunte l'una dall'altra: il paio anteriore più gracile che il posteriore. La caudale è mediocremente larga. Uncini in numero di 8: 3 denti anteriori, 1 posteriore. Lunghezza massima 35 mmt.: larghezza massima 5 mmt. Gli ovarî in un caso raggiungeano $^1/_3$ dell'intera lunghezza del corpo dell'animale ».

N.B. Questa descrizione è stata fatta sovra esemplari conservati nell'alcool.

5. **Spadella Enflata** (n. sp.) (V. tav. I, fig. 7).

Sinonimi. Sagitta Enflata (n. sp.) 1881. — Sagitta Lyra? (Lang.) 1880.

Letteratura. Grassi. 1881. — Langerhans. 1880.

Descrizione. La lunghezza massima da me riscontrata è di due ctm. (in individui quasi maturi anche nel sesso femminile): tronco relativamente grosso e testa piccola: lieve strozzamento tra la testa ed il tronco: questo è più grosso verso la parte mediana di sua lunghezza. Sezione caudale poco inferiore ad $^1/_4$ dell'intera lunghezza. Cinque pinne, simili per forma e disposizione a quelle d'*Hexaptera*: l'anteriore finisce già prima del mezzo del tronco, molto prima che cominci il ganglio: la media per una metà è sulla sezione caudale, per l'altra su quella del tronco: resta separata dalle pinne anteriori, per uno spazio piuttosto considerevole. Tranne alle parti anteriori e posteriori delle pinne medie ed anteriori, i raggi son limitati

alla parte esterna delle pinne: quelli delle pinne anteriori sono rari e gracili. Uncini 9. Denti anteriori 6-9. Denti posteriori 9-11. Epidermide sottile. Tronchi anteriori del ganglio addominale press'a poco, come nell'*Hexaptera*. Occhi (nella veduta di fronte) tondeggianti. Corona cigliata, simile a quella dell'*Hexaptera*, ma un po' meno estesa all'indietro. L'ovario quasi maturo non arriva ancora all'estremità anteriore della pinna media. Vescicola spermatica emisferica, ed ornata di una callotta splendente a contorno liscio: del resto gli organi genitali maschili son foggiati come nell'*Hexaptera*.

6. Spadella Bipunctata (Quoy e Gaimard) (V. tav. I, fig. 4).

Sinonimi. Sagitta Setosa (Müller). — Sagitta Multidentata (Krohn).— Sagitta Germanica (Leuckart e Pagenstecher). — Sagitta Bipunctata (Quoy e Gaimard).

Letteratura. Quoy e Gaimard. 1827. — Wilms. 1846. — John Müller. 1847. — Krohn. 1853. — Gegenbaur. 1850. — Leuckart e Pagenstecher. 1858. — Keferstein. 1862. — Möbius. 1874. — Langerhans. 1880. — Hertwig. 1880 (ne dà una descrizione non del tutto completa).

È necessario un breve cenno istorico.

Krohn appellò erroneamente *Bipunctata* l'*Hexaptera* (D'Orb.) e *Multidentata* la *Bipunctata* (Quoy e Gaim.). Möbius a torto fuse in una specie l'*Hexaptera* (D'Orb.) e la *Bipunctata* (Quoy e Gaimard). Tornarono a separarle tanto Langerhans che Hertwig. La specie descritta senza nome da Wilms e denominata in appresso *Setosa* e *Germanica*, senza alcun dubbio è identica alla nostra *Bipunctata*. Il numero degli uncini e dei denti è però stato segnato sempre un po' minore del massimo osservabile nella *Bipunctata;* ciò probabilmente dipende dall'aver gli autori avuto sott'occhi individui per lo più non ancora interamente maturi.

Parecchie inesattezze d'Hertwig mi persuadono ch' egli era già molto inoltrato nelle sue ricerche ed avea già abbandonato Messina, quando imparò a distinguere la *Bipunctata* dalla *Serratodentata*.

Descrizione. Lunghezza massima 19 mmt. Tronco cilindrico, un po' appiattito, relativamente grosso: collo appena segnato: segmento caudale di circa $^1/_3$ della lunghezza del tronco. Cinque pinne: anteriori e medie lunghe, ma gracili: medie, come di regola, più larghe delle anteriori, massimamente nelle lor parti posteriori. L'anteriore arriva fin quasi al ganglio addominale e sopravanza la metà lunghezza dell'animale; resta separata interamente, ma per brevissimo spazio, dalla media: questa è più estesa sulla sezione del tronco che su quella della coda. Pinna impari, relativamente a quella della *Serratodentata*, stretta e lunga [1]. Uncini 8-10. Denti anteriori 4-5, posteriori 10-15. Epidermide un po' ispessita nell'estremità anteriore del tronco, specialmente alle sue parti laterali. Corona cigliata assai lunga, s'estende, cioè, sulla testa, sul collo e sul tronco fin quasi a raggiungere il ganglio addominale: ante-

[1] Questa caratteristica della *Bipunctata* si rileva anche nelle figure di Wilms e di Leuckart-Pagenstecher.

riormente tocca la fossetta retrocerebrale: è a figura d'un ovale sinuoso: un asse è molto lungo (nel senso della lunghezza dell'animale), l'altro è brevissimo. Gli occhi, visti di fronte, compaiono tondeggianti. I tronchi anteriori del ganglio addominale sono divergenti, già al loro uscir dal ganglio stesso (ciò ha luogo in tutte le specie di dimensioni piccole). L'ovario maturo sorpassa l'estremità anteriore delle pinne anteriori. Le due cellette spermatiche possono essere interamente occupate dai cumoli spermatici, che vi circolano. Condotto deferente stretto, di calibro uniforme, piuttosto lungo: vescicola spermatica di forma irregolare ed ornata d'una specie di callotta, o disco, a contorno frangiato.

7. **Spadella kerratodentata** (Khn) (V. tav. I, fig. 8).

Sinonimi. Sagitta Gegenbauri (Fol)? — Sagitta Rostrata (Busch)? — Sagitta Serratodentata (Krohn).

Letteratura. Busch. 1851. — Krohn. 1853. — Gegenbaur. 1856. — Fol. 1879. — Hertwig. 1880.

Non è impossibile che tanto la *Rostrata,* quanto una delle specie trovate da Gegenbaur a Messina e descritte da Fol col nome di *S. Gegenbauri,* invece che *Serratodentatae,* siano le Minime che descriverò qui innanzi.

Descrizione. Lunghezza massima 13 mmt.: è perciò più corta della *Bipunctata,* della quale inoltre è più sottile. Segmento caudale di circa $1/3$ della lunghezza del tronco. Testa affatto simile a quella della *Bipunctata;* non possiede quella specie di becco, che le ha appioppato Hertwig; sibbene presentasi allungata o allargata, come nelle altre specie, a seconda che l'animale è in riposo, ovvero in atto di afferrare. Dietro alla testa ha un lieve ristringimento, a cui segue un graduale ampliarsi del tronco, come in molte altre specie. Pinne molto simili a quelle della *Bipunctata*: l'impari, in confronto, è corta e larga. Uncini 6-8 dentellati, alquanto curvi in punta: denti anteriori 6-8, posteriori 12. Epidermide ovunque sottile. Occhi, visti di fronte, ovali, ad asse maggiore antero-posteriore, coi cristallini raccolti in circa 12 fasci. Corona cigliata sinuosa e simile a quella della *Bipunctata;* in avanti non raggiunge però la fossetta retrocerebrale. Cellette testicolari, come nella *Bipunctata:* condotto deferente allargato verso il suo sbocco interno: vescicola spermatica irregolare, ornata di una callotta, da cui sporgono due papille splendenti.

8. **Spadella Minima** (n. sp.) (V. tav. I, fig. 2 e 14 — tav. III, fig. 10).

Sinonimi. Sagitta Minima (n. sp.).

Letteratura. Grassi. 1881.

Descrizione. Lunghezza massima 10 mmt. (animale con uova quasi mature). Corpo sottile, cilindrico lievemente appiattito: sezione caudale, forse d'$1/6$ della lunghezza totale e relativamente sottile. Cinque pinne gracili. Le anteriori son piuttosto lunghe ma strette e finiscono anteriormente poco lungi dal ganglio addominale: tra la loro estremità posteriore e quella anteriore delle pinne medie, intercede maggior distanza, che tra la loro estremità anteriore e quella posteriore del ganglio addo-

minale. Uncini 6-7, alquanto curvi in punta: denti anteriori 3-4, posteriori 7-8. Epidermide ovunque sottile. Occhi, di fronte, tondeggianti. Corona cigliata simile a quella della *Bipunctata*, ma alquanto meno estesa sul tronco. L'ovario, quando possiede uova già quasi mature, è ancor relativamente lontano dall'estremità anteriore della pinna media. Cellette spermatiche, come nella *Bipunctata*. Vescicola spermatica, a sezione orizzontale di forma triangolare. Due cechi all'estremità anteriore dell'intestino chilifero: intestino molto largo: celoma ristretto: oltre ai soliti mesenteri, ne sono altri irregolari, in direzione trasversale.

Mi sono imbattuto in due esemplari della *Minima*, che presentavano caratteri speciali: cioè dire, eran lunghi 11 mmt.; l'ovario si estendea fino all'estremità anteriore della pinna media, ma era sottile e non avea alcun uovo prossimo a maturanza; nella cavità della coda circolavan dei cumoli spermatici ancor giovani, più grandi assai dei soliti della *Minima*; la vescicola spermatica ricordava quella della *Minima* matura. Le pinne anteriori eran meno gracili di quanto sogliono presentarsi nella *Minima*. Gli uncini eran 7: i denti anteriori 7 e 13 i posteriori. Ogni altro carattere trovava riscontro in quelli dianzi ascritti alla *Minima*. Si trattava di varietà, oppure di individui adulti più di tutti gli altri che mi caddero sottocchi; individui, cioè, in cui, ad una prima generazione di spermatozoi e d'uova, ne fosse succeduta una seconda? Io inclino a quest'ultimo concetto; riconosco però che son necessarie nuove osservazioni.

9. **Spadella Draco** (Krohn V. tav. VII, fig. 1).

Sinonimi. Sagitta Draco (Krohn).

Letteratura. Krohn. 1853. — Langerhans. 1880. — Hertwig. 1880.

Descrizione. La sua lunghezza massima supera di ben poco i dieci mmt. È notabilmente appiattita e larga: tronco e sezione caudale sono press'a poco d'ugual lunghezza. La testa è meno larga del tronco: dietro alla testa non vi è restringimento. Tre pinne: due pari, laterali ed una impari, caudale. Le laterali, per la posizione, corrispondono alle pinne medie delle specie fin qui descritte: son corte, circoscritte alla coda, relativamente larghe, press'a poco triangolari, con un angolo retto anteriore-interno: l'ipotenusa, o lato esterno, è convesso: il catete anteriore-trasversale non è libero, ma continuasi con espansioni laterali (pinnoidi) dell'epidermide: queste formazioni pinnoidi son più larghe che altrove verso l'estremità posteriore del tronco: però anche qui sono alcun poco più strette delle pinne laterali. Caudale robusta, lunga e larga. Press'a poco a livello del ganglio addominale, sul margine libero delle espansioni laterali epidermiche, s'incontrano due ciuffi fatti di fascicoli di setole lunghe circa 2 mmt. Uncini 10: denti anteriori 8: posteriori 12-18. In individui lunghi 4-4 ½ mmt., vidi soltanto 2 denti anteriori e 3 posteriori: gli uncini però eran già in numero di 10. Follicoli gustatorî meno sporgenti che nelle altre Spadelle. Corona cigliata limitata alla cervice ed alla parte anteriore del tronco, elittica con l'asse maggiore nel senso della lunghezza dell'animale. Organi genitali maschili simili a quelli della *Bipunctata*: la vescicola spermatica però è ovaidale. Cuticola del vestibolo qua e là fregiata di piccolissime spine.

10. **Spadella Subtilis** (n. sp.) (V. tav. XII, fig. 9. — tav. I, fig. 9, 10 e 12).

Sinonimi. Sagitta Subtilis (n. sp.).

Letteratura. Grassi. 1880.

Descrizione. Lunghezza massima 16 mmt. (in animali non ancora maturi, nè maschilmente nè femminilmente). Testa grossa e corpo sottile; onde assomigliasi ad uno spillo, più che tutti gli altri Chetognati. Sezione caudale d' $^1/_3$ della lunghezza totale: 3 pinne: due anteriori, laterali, assai lunghe e larghe: protese molto sulla sezione caudale, poco su quella del tronco. Pinna caudale, impari, con la massima sua larghezza, inferiore alla massima larghezza totale delle pinne anteriori addizionata a quella del tronco intermedio tra di esse. Questa pinna caudale s'estende per buon tratto sulle parti laterali posteriori della coda e tocca quasi le pinne anteriori, a livello delle vescicole spermatiche. Denti in un' unica serie irregolarmente curva: si potrebbe anche dire, che sono due serie curve, una esterna e l'altra interna, che si riuniscono tra loro anteriormente: i denti sono circa 18 di numero, complicati, strozzati alla base. Gli uncini variano da 8 a 10 e son larghi nella loro metà basilare, stretti nell'altra metà: la loro sostanza midollare è scarsa. Non vi trovai i follicoli gustatorî. Gli occhi hanno cristallini, raccolti in numerosi fasci, come quelli della *Serratodentata*: visti di fronte, son però tondeggianti. La corona cigliata s' estende sulla testa e sul tronco, dove però s'arresta ancor molto lontano dal ganglio addominale. Circolazione dei cumoli spermatici.

11. **Spadella Pontica** (Ulianin)

Sinonimi. Sagitta Pontica (Ulianin).

Letteratura. Ulianin. 1876. — Ulianin. 1880.

Siccome questa specie manca a Messina, così il lettore deve contentarsi della breve e incompleta descrizione fornitaci da Ulianin: riferisco le sue stesse parole:

« Lange 0,6-1 ctm. Schwanzsegment grösser als das Rumpfsegment. Kopfkappe « mit zwei tentakelartigen Anhängen versehen. Flossen dicht mit kleinen Wärzchen « besetzt; ausser diesen Wärzchen sind die Flossen mit einer Anzahl an beiden Enden « zugespitzter und am hinteren Rande kammförmig fein gezähnter Dornen geziert. « Körper durchsichtig ».

12. **Spadella Hamata** (Möbius) (V. tav. I, fig. 5).

Sinonimi. Sagitta Hamata (Möbius).

Letteratura. Möbius. 1874. — Langerhans. 1880. — Hertwig. 1880.

Anche di questa specie da me non osservata riferisco la descrizione fornitaci dal suo scopritore: « Corpo sottile, a lancetta, lungo 35 mmt. e largo 3. Altezza un po' inferiore alla larghezza. Testa quadrangolare ad angoli smussati (sic); 8-9 uncini, un po' meno curvi che nella *Bipunctata*: l'apice dell'uncino è a ginocchio (*hamatus*): una sola serie di denti, in numero di 23-26, quasi eguali a quelli della *Bipunctata*. Tre pinne: le pari in corrispondenza ai genitali. Ovarî rossicci giallognoli. Genitali maschili simili a quelli della *Bipunctata* ».

N. B. Questa specie ha certamente molto somiglianza con la *Subtilis*: la forma però degli uncini e dei denti la differenziano chiarissimamente.

Genere **SAGITTA**

13. **Sagitta Claparèdi** (n. sp.) (V. tav. I, fig. 1).

Sinonimi. Sagitta Cephaloptera (Claparède).

Letteratura. Claparède. 1863. — Hertwig. 1880.

Claparède ha dimenticato di notare le cellule adesive tanto caratteristiche di questa specie; egli ha inoltre creduto che fosse identica alla *Cephaloptera* di Büsch; cotale identità venne ammessa anche da Hertwig.

Tanto la descrizione di Claparède, quanto quella di Hertwig, sono imperfette.

Descrizione. Poco trasparente: talvolta quasi tutto il corpo è giallo: più spesso il giallo è circoscritto a macchie (alle parti ventrali-laterali-anteriori della testa, al ganglio addominale, alla corona cigliata ecc.): non mancano esemplari incolori (quelli veduti da Claparède erano appunto tali). Due papille del prepuzio sono lunghe, a figura di clava e tinte di bruno: linee brune si trovano eziandio all'estremità anteriore delle pinne pari. Lunghezza massima all'incirca 5 mmt. Corpo relativamente molto largo e piatto. Sezione del tronco quasi uguale a quella della coda. Tre pinne: una posteriore impari, due anteriori pari. L'epidermide forma due espansioni laterali (pinnoidi), una per ciascun lato del tronco. Le pinne pari cominciano, dove cessano queste espansioni laterali, cioè dire, a livello dello sbocco esterno dell'ovispermadotto e finiscono all'estremo anteriore della vescicola spermatica: sono poco larghe, più larghe però delle formazioni pinnoidi: raggiungono la lor larghezza massima verso la metà di lor lunghezza. La pinna caudale comincia subito dopo la vescicola spermatica ed è relativamente lunga e stretta: la massima sua larghezza è inferiore alla larghezza complessiva del corpo e delle pinne laterali. Il margine libero tanto della pinna impari, quanto delle laterali, può presentarsi a zig-zag. Uncini 8-9 lievissimamente seghettati (meno però che nella *Serratodentata*). Denti su due linee parallele-trasversali, assai avvicinate l'una all'altra: sono rivolti tutti nello stesso senso (cioè all'indietro ed all'interno) e relativamente lunghi: 3-4 in ognuna delle due linee (una di esse è difficilmente rilevabile). Corona cigliata, cervicale, ovale ad asse maggiore trasversale, in parte gialla. Intestino chilifero fornito di due diverticoli alla sua estremità anteriore. Ovarî lunghi, che arrivano fin quasi alla corona cigliata; ovispermadotti ventrali, avvicinati alla linea mediana; una spermateca verso lo sbocco dell'ovidotto. Cellette spermatiche senza setto accessorio: i cumuli spermatici possono occupare tutta la celletta e non circolano. Deferente lungo, sottile e di calibro uniforme. Musculatura trasversale addominale, limitata al tronco. Cellule adesive (isolate, od in gruppi) alla metà posteriore della faccia ventrale. Numerose ghiandole pluricellulari, al margine dorsale d'attacco delle pinne laterali.

L'animale, quand'è in riposo, aderisca o no al bicchiere, si presenta ognora alquanto curvo sovra sè stesso, cioè in modo da formar una concavità dorsale.

14. **Sagitta Cephaloptera** (Busch)

La *Cephaloptera* di Busch identificata da Claparède e da Hertwig (siccome di sopra fu detto) alla *Sagitta Claparèdi* (mihi), presenta dei caratteri di valore, se non m'inganno, specifico.

Raccolgo in una formola diagnostica la descrizione di Busch, aggiungendovi dei particolari, che risultano evidenti dalle sue figure. « Lunghezza massima 5 mmt.; l'animale compare schiacciato nel senso dorso-ventrale. Uncini 8; denti 3 (¹); 2 tentacoli alla testa. Il capo è più sottile e più lungo che negli altri Chetognati. Il corpo è trasparente, ma tendente ad un giallo bruniccio, ed è picchiettato di rosso vivace e di giallo, sicchè ricorda i *salmo fario.* « Pochi individui, aggiunge Busch, avean più debole colore e rarissimamente s' incontravano esemplari affatto privi di quella screziatura. Il perchè di questo variare non si può divinare: certo non è in rapporto colla maturanza sessuale, perchè anche i maturi possono presentarsi incolori ». Corona cigliata cervicale, subelittica, a massimo diametro trasversale: posteriormente fa un rientramento, ossia forma una concavità rivolta all'indietro. Alcune prominenze tattili sono infossate. Cellule adesive come nella. *Claparèdi.* — Prosegue l'autore: « Ausser der « seitlichen Flossen und der Schwanzflosse der be- « kannten Sagitten (in tutto 3 pinne, a quanto m'in- « segnano le figure) haben unsere jederseits noch « eine andere, welche von den Seiten des Kopfes auf « den Anfang des Stammes herüberreicht »; questa pinna è, per la struttura, simile all'espansione laterale dell'epidermide della *Claparèdi* e perciò si può ritenere, com'essa, una formazione pinnoide (piuttosto che una vera pinna, come vorrebbe Busch). In conclusione, per tacer d'altri caratteri meno sicuri, il color rosso e (ciò che è di gran lunga più importante) l'allargamento delle espansioni epidermoidali dietro alla testa, mi sembrano i caratteri più importanti che differenziano la *Cephaloptera* dalla *Claparèdi,* sempre supponendo, com'è doveroso, che la descrizione di Busch sia esatta.

Testa ed estremità anteriore del tronco d'una Sagitta Cephaloptera (secondo Busch)

15. **Sagitta Darwini** (n. sp.).

Sinonimi. Sagitta Exaptera (Darwin).
Letteratura. Darwin. 1846.

È probabile che Darwin abbia avuto sott'occhio parecchie specie di Sagitte e che le confondesse insieme sotto il nome di *Exaptera.* Comunque sia, egli è indubitato che almeno una specie (matura, o quasi, quand' era lunga 5 ctm. ed ornata di 5 pinne) colla pinna caudale era capace di attaccarsi alle superficie lisce delle *cuvettes;* e con tanta forza che non si potea distaccarla, ancorchè si agitasse violentemente l'acqua delle *cuvettes* stesse.

(¹) È possibile che anche qui, come nella *Claparèdi* (V. indietro), 3 denti si veggano facilmente, ed altri 3 invece d'ordinario non si possano vedere che con preparazioni *ad hoc.* Al numero dei denti fissato da Busch bisogna perciò conceder valore limitato.

Siffatta capacità manca all' *Hexaptera;* trova invece riscontro nella *Claparèdi* e nella *Cephaloptera* ed accenna alla presenza di cellule adesive. Gli è perciò ch' io mi son creduto autorizzato a fondare la specie nuova in discorso.

Riferisco qui due specie affatto imperfettamente descritte da D'Orbigny e ch'io non posso dire se siano Sagitte o Spadelle, ovvero se debbansi costituire come generi nuovi.

16. **Sagitta (?) diptera** (D'Orbigny)

Descrizione. Lunghissima, subcilindrica, diafana, albida: a bocca rigonfia (!) con 7-10 uncini gialli, lunghi, acuti, dilatati alla base: pinna caudale mediocre, bilobata — cordiforme. Nessun' altra pinna. Lunghezza totale 5 mmt.: grossezza massima 3-4 mmt.

17. **Sagitta (?) triptera** (D' Orbigny)

Allungata, fusiforme, diafana, acuminata posteriormente. Uncini 6-8, lunghi, gialli, adunchi, acuti e fortemente allargati alla base: natatoja caudale grande, striata longitudinalmente, composta di due lobi oblunghi, arrotondati alla loro estremità: *una pinna dorsale intera, sulla parte mediana superiore del corpo:* nessuna pinna laterale. Lunghezza totale 25-30 mmt.

Le due specie seguenti sono molto dubbie e debbonsi forse identificare alla *Claparèdi.*

18. **Spadella Batziana** (Giard) sp. dubia.

La descrizione fornitaci da Giard è molto incompleta. Se è vero che questi ne esaminò molti esemplari (come sembra lecito arguire dalla sua Memoria), la mancanza delle clave brune (proprie del prepuzio) si può ritenere *costante* ed è certo che la specie di Giard è buona. Anche a Messina ho trovato rarissimi esemplari senza clave, m'avvenni però altresì in individui che ne possedevano una sola; ciò che mi fa sospettare che tanto questi che quelli fossero *Claparèdi* mutilate.

Gli altri caratteri (*très-saillants,* secondo Giard) cioè la disposizione delle prominenze tattili, il numero dei denti ecc. sono di minimo prezzo. Per avventura si deve eccettuare la forma delle pinne pari, di cui il contorno forma un angolo sporgente, circa alla metà della loro lunghezza: dalle figure di Giard, risulterebbe inoltre che queste pinne non fosser sostenute da raggi. Nè osservando la figura, nè leggendone la descrizione, incontrasi alcun accenno alla presenza di cellule adesive.

19. **Spadella Gallica** (Pagenstecher) sp. dubia

La descrizione di Pagenstecher, fatta sovra un unico esemplare, è deficientissima e con essa non è possibile decidere se si tratti di una specie nuova, ovvero di una *Claparèdi* mutilata, ovvero anche di una *Batziana.*

Riferisco la concisa descrizione pubblicatane dallo scovritore. « Lungh. 4 mmt. (animale maturo): denti anteriori 5, posteriori 5, espansioni laterali epidermoidali, estendentisi indietro fino alle pinne laterali: tre pinne simili a quelle della *Claparèdi,*

ma formanti *ein zusammenhängende Ganzes.* Alla parte dorsale della testa, alla base del labbro superiore (?), avanti ad un piccolo ciuffo di peli (cioè, ad una prominenza tattile?) all'esterno ed all'avanti degli occhi, si vede un'invaginazione dell' epidermide, le cui pareti son brunastre e tinte di granulazioni di pigmento, nero come l'inchiostro. Queste invaginazioni, a quanto sembra, sboccano sui lati della testa, per mezzo d'un'apertura a contorni fortemente rifrangenti. Mancano i tentacoli.

20. **Sagitta (?) Mariana** (Lewes). 1859

Nè a me nè ad Hertwig fu possibile di consultare la Memoria di Lewes.

CAPO II.

Costumi e distribuzione geografica.

Notizie su questo argomento si trovano sparse in tutti gli autori, che trattarono di Chetognati; qui le raccolgo e le ordino, com' è necessario, perchè si possano giustamente apprezzare. V' aggiungo altresì molte osservazioni mie particolari.

Parlerò dapprima partitamente delle singole specie, ed in appresso ne ritrarrò alcune leggi generali.

Spadella Hexaptera

Nel porto di Messina, dal dicembre all'aprile, quando il vento è debole e vien dal Faro, nelle ore che la corrente entra, si può incontrar numerose *Hexapterae.* Se le stesse circostanze combinano con una giornata che sia la terza, o la quarta dopo una burrasca, la lor numerosità può essere grandissima. Gli individui sessualmente maturi sono rarissimi. Fin qui io sono stato l'unico che n'abbia pescati, e non sono arrivato alla dozzina tra l'anno scorso e quest' anno. Dopo l'aprile almeno fino all'agosto (d'autunno non mi son fermato a Messina) le *Hexapterae* sono molto scarse, ed è buona quella giornata che compensa due ore di lavoro con un pajo di *Hexapterae;* per lo più non se n'incontra alcuna. Di notte però io non ho mai pescato.

Nella pesca di superficie, fatta colle reticelle di Müller, non ho mai trovato uova d'*Hexaptera*; nè credo mi sian sfuggite, attesochè la lor grossezza è rilevante e per solito non sono isolate, sibbene a mucchietti. Ne' bicchieri le *Hexapterae* in generale non vivono più di 24 ore; e quelle mature vi depositano le uova, sul far della sera, o, più di frequente, allo spuntar del sole, fors'anche durante la notte. Queste uova galleggiano; se vanno morendo, ne siam tosto avvertiti dal loro abbassarsi e cader sul fondo, come anche dal diminuire della lor naturale trasparenza. Le *Hexapterae,* in generale, stanno vicino alla superficie dell'acqua, dove si può scorgerle stando in barca, e si può eziandio pigliarle semplicemente con un bicchiere. Non di rado però ne incontrai anche alla profondità di un metro e più.

Si trovano a Napoli (Grassi), a Messina (Krohn ecc.), a Madera (Langerhans), e, se le *Hexapterae* D'Orbigny sono eguali alle mie, anche nel Grande Oceano Australe a 40° di latitudine ed a 82° di longitudine ovest di Parigi; abitano dunque

le regioni temperate calde e le quasi subtropiche. Nel Grande Oceano, nota D'Orbigny, l'*Hexaptera* non compariva che a crepuscolo avanzato e diventava commune, dopo che era scesa la notte.

Spadella Magna

A Messina io ne ottenni in tutte le stagioni, ma sempre pochissime, cioè non mai più di 2-3 per giorno; la più parte eran giovani lunghi 1½-2 ctm. A Madera non è rara (Langerhans). Si trova anche a Napoli. Se ne sta alla superficie, come l'*Hexaptera*.

Spadella Lyra

Fin qui è stata riscontrata con sicurezza soltanto a Messina (Krohn etc.) ed a Napoli (Grassi). In due anni ne ottenni tre esemplari, femminilmente quasi maturi. I giovani non sono molto numerosi, ma però più frequenti delle *Magnae;* in una buona giornata occorre di pescarne perfino mezza dozzina. Io ne ho avuto in ogni stagione, e qualcuna anche in giornate pessime. Abita la superficie, come le specie precedenti.

Spadella Enflata

Si può applicar ad essa press'a poco quel che termino di dire sulla *Lyra.* Forse questa specie si trova anche a Madera ed a Napoli.

Spadella Tricuspidata

Abita la parte meridionale del Grande Oceano.

Spadella Bipunctata

A Messina questa specie è communissima in tutto l'anno; anche nelle giornate peggiori non manca qualche *Bipunctata* immatura. In certi giorni, apparentemente favorevoli, sono molto scarse, e talvolta il giorno seguente compaiono abbondanti. Ho anche osservato non di rado un alternare di quantità delle *Bipunctatae* con le *Serratodentatae,* e ciò a periodi di alcuni giorni. È eccezionale d'incontrare abbondantissime tanto le une quanto le altre. V'è quando la *Bipunctata* è tanto numerosa, che in un bicchier d'acqua se ne possono contar delle dozzine. Le mature nel sesso femminile sono però sempre piuttosto rare.

Le *Bipunctatae* in cattività non sopravvivono più di 24-48 ore; se sono mature, ovificano nei bicchieri.

Le uova di questa specie galleggiano, come quelle dell'*Hexaptera;* nell'*auftrieb* fresco non ne vidi mai.

D'ordinario le *Bipunctatae* sono più copiose alla superficie di quel che ad un metro, ad un metro e mezzo di profondità; accade però l'opposto alla primavera, quando la superficie del mare è coperta da innumeri larve di Pelagia, che sono insaziabili divoratrici di Chetognati.

Fin qui son state designate alla specie in discorso, le seguenti stazioni: Bergen in Norvegia (Sars), le coste d'Irlanda (Allmann), la Manica (Forbes), Helgoland nel mare del Nord (Wilms), Mentone (Grassi), Napoli (Grassi), Messina (Krohn ecc.), Gibilterra (Quoy e Gaimard), Madera (Langerhans).

A Helgoland, nota Wilms, *innumera in maris superficie libere natabant.*

Questa specie adunque è numerosa sì nelle zone temperate calde e fredde, che nelle subartiche.

Spadella Serratodentata

Fin qui era stata segnalata appena a Messina (Krohn), dove compare tutto l'anno. Non ne ho però mai trovato esemplari interamente maturi. Venne da me riscontrata anche a Napoli. Ad essa del resto è applicabile, quel che dissi della *Bipunctata.*

Spadella Minima

È abbondantissima a Messina, dal novembre al principio d'aprile; ma dopo quest'epoca diventa molto rara. Si trova anche a Napoli.

È di superficie, come la specie precedente. Incontrasi anche in giornate pessime.

In cattività vive bene per 3, o 4 giorni, e forse più ancora.

Ne trovai molti esemplari che mi sembravan maturi; nessuno però mi ovificò ne' bicchieri.

Spadella Draco

Questa specie, d'ordinario, a Messina è estremamente rara; per eccezione comparve piuttosto copiosa ne'primi mesi dell'inverno 80-81. Si trovava allora anche in giornata di scirocco e perfino nelle ore, in cui la corrente usciva dal porto.

Queste sono le stazioni della *Draco* fin qui conosciute: le Canarie (Hackel citato da Hertwig), Madera (Langerhans), Messina (Krohn ecc.), Napoli (Spengel [1], Grassi).

Abita dunque le regioni temperate calde e le subtropiche.

Non è rara a Madera; a Napoli è rara.

Spadella Subtilis

Questa bellissima specie, da me scoverta a Messina, è rarissima. Ne pescai sempre esemplari isolati e per lo più guasti, tranne un giorno piovoso, dopo una notte di grande burrasca (gennaio 1881), nel quale ne trovai un grosso sciame.

Anche questa specie se ne sta vicino alla superficie.

Spadella Hamata

Fu dragata da Möbius nel mar del Nord (zona temperata fredda) alla profondità di 135-337 tese; abita nella melma. Quest'autore sostiene ch'essa non abbandona mai il fondo del mare.

Spadella Pontica

Abita la superficie del mar Nero (zona temperata calda) (Ulianin).

Sagitta Claparèdi

Si trova a St. Voast nel golfo di Normandia (Claparède), a Messina (Hertwig), a Trieste (Grassi), ossia nelle zone temperate, fredde e calde.

[1] L'egregio signor dott. Spengel me ne favorì due esemplari da lui raccolti a Napoli.

Abita tra le alghe, ad 1-2 metri di profondità. Alla superficie non ne pescai che una sola in 18 mesi. Questa specie, due e tre anni fa, era communissima a Messina, in ogni stagione (Kleinenberg, Hertwig); l'anno scorso io non ho potuto averne che dopo il marzo. Quest'anno è sempre stata rarissima e ho potuto trovarne appena alcuni esemplari e, ciò che è notabilissimo, appena in certi giorni ed in un piccolo tratto del porto, frammezzo a certe alghe filiformi e rossastre.

Claparède racconta che a St. Voast: « erschien nur selten in der Bucht, jedoch « stets in unabsehbaren Zügen, ohne dass es mir gelangen wäre, die Umstände zu « ermitteln, die ihr Erscheinen bedingten..... Sie wurde nicht nur mit dem feinma-« schigen Netze in einer ziemlichen Entfernung von der Küste, sondern auch in den « am Strande bei sinkender Ebbe züruckgelassenen Tümpeln in grossen Menge ge-« fischt ».

Sembra perciò che l'unica *Claparèdi* da me raccolta alla superficie del mare facesse la spia di un'abitudine di venir alla superficie, in circostanze per ora sconosciute.

Essa depone le uova in mucchietti, che s'appicciano alle alghe.

Sagitta Cephaloptera

Busch la scoperse vicino alle isole Orkney, pescando alla profondità di 8-12 tese « wo möglich junge Comatulen in Pentacrinuszustand zu erlangen ». Non la pigliò mai alla superficie del mare in punti corrispondenti al fondo, sul quale la trovava sempre. Tanto questa specie, quanto la *Claparèdi*, non sono delicate come le precedenti e vivon ne'bicchieri, attaccandosi alle loro pareti ed al loro fondo; oppure stando tra le alghe, se ve ne hanno [1].

Sagitta Darwini

C. Darwin l'ha scoperta nell'Atlantico, alla latitudine di 21° N. verso la costa del Brasile, alla latitudine di 18° S. e fra le latitudini di 37° e 60° S. L'Oceano ne formicolava specialmente alla notte. In generale la trovò vicino alla superficie; però nel Pacifico, sulle coste del Chilì, ne prese alla profondità di sei piedi; ne pescò in gran numero anche presso la costa di Patagonia, in luoghi dove l'acqua non avea che dieci braccia [2] di profondità.

Per quanto dissi, questa specie si trova dunque nelle regioni tropiche, subtropiche e temperate calde.

Sagitta (?) Batziana

È stata riscontrata vicino a Roscoff (zona temperata fredda), nel canale dell'isola di Batz: « Bien que ce soit, comme ses congénères, un animal essentiellement « pélagique, on le trouve parfois, à marée basse, dans les petites flaques d'eau de « la plage sablonneuse du côté Sud-Est de l'île ».

[1] Quando lasciai Messina, da più di un mese, io tenea vive in un bicchiere alcune *Claparèdi*.

[2] S'intende braccia marine inglesi; un braccio marino inglese è sei piedi, ossia m. 1,820.

Sagitta (?) Gallica

Se ne trovò un unico esemplare a Cette (zona temperata fredda).

Sagitta (?) Triptera

Fu presa, in notte calma, nel Grande Oceano a 2° di latitudine S. ed 89° di longitudine E. di Parigi (zona tropica).

Sagitta (?) Diptera

Venne pescata nell'Atlantico dal 27° di latitudine fin quasi alla linea, e dal 28° di longitudine O. fino al 32° (zona subtropica e tropica). Era molto comune; compariva al crepuscolo e principalmente di notte.

Una specie di Chetognati è stata trovata anche nelle regioni artiche (*Scoresby:* non ho potuto consultare l'opera di quest'autore).

Raccolgo in poche proposizioni i fatti speciali sopra menzionati; nel medesimo tempo ve ne aggiungo qualche altro.

1° Si trovano Chetognati nella maggior parte e forse in tutti i mari di qualunque zona.

Parecchie specie (le più voluminose, la *Draco* e forse altre ancora), a quanto sembra, risentono molto l'influenza del clima, cioè paiono limitate alle zone temperate calde, subtropiche e tropiche. La *Bipunctata* è una specie diffusa in parecchie zone.

2° I Chetognati vivono tanto in alto mare, che vicino alla costa.

3° Vi sono poche specie di animali rappresentate da un numero di individui superiore a quello dei Chetognati.

Quest'è la sentenza di tutti coloro, che conoscono animali marini. A Messina in certe giornate la superficie del mare è letteralmente coperta di Chetognati, che sembrano i veri padroni del mare.

Questi animali, non ostante che siano di una delicatezza incredibile, che muoiano per il menomo urto, che (come vedremo più innanzi) vengano divorati da molti altri: questi animali, dico, sono tanto comuni, probabilmente perchè ovificano tutto l'anno ed il loro sviluppo accade rapidissimamente.

4° Certe specie s'incontrano di solito vicin vicino alla superficie, certe altre in fondo; quelle di fondo in certe circostanze fanno migrazioni e vengono alla superficie. Fors'anche quelle di superficie possono migrare al fondo; ciò suppongo per spiegarmi il loro rapido comparire e scomparire. È possibile che appena gli individui con uova mature si approfondino. Ciò darebbe ragione d'un curioso fenomeno poc'anzi accennato, vale a dire della rarità (che per talune specie è grandissima) di individui maturi, vicino alla superficie.

5° È possibile che certe specie di Chetognati siano notturne, o crepuscolari, e cert'altre invece, diurne.

6° I Chetognati non sono fosforescenti.

CAPO III.
Anatomia ed Istiologia.

Capitolo I.
Integumento e sue appendici (Pinne: Organi della Draco: *Cellule adesive: Ghiandole).*

Parte 1. Integumento.

§ 1. *Integumento in generale.*

L'integumento dei Chetognati è molto semplice; consta appena di uno, o di parecchi strati d'epitelio pavimentoso. Siccome il numero degli strati, così anche la forma e l'ampiezza delle cellule varian nelle varie specie; il perchè ne tratterò specie per specie. Fin d'ora però avanzo alcune leggi generali, che agevolano l' apprendimento dei fatti particolari.

Alcuni di esse riguardano le singole cellule, e sono: 1° le cellule hanno tanto maggior ampiezza, quanto maggior è la taglia delle specie, a cui appartengono; 2° ogni cellula, al confine con le cellule contigue, mostra una propria velatura di protoplasma addensato, e perciò i contorni delle cellule sono chiari e netti. In certe specie sonvi anche degli spazî intercellulari evidenti.

Queste altre leggi riguardano il tessuto in generale: 1° l'epidermide può essere stratificata; ciò accade a gran preferenza alle parti laterali del tronco, e più specialmente verso le regioni laterali-anteriori; 2° l'epidermide presentasi ordinariamente alquanto modificata, a seconda che si trova in un unico strato, ovvero in parecchi; 3° sotto l' epidermide stanno i nervi che formano uno strato molto sottile ed incompleto, addossato ed indivisibile dall'epidermide stessa.

Lo studio dell'epidermide richiede longanimità, perchè egli è oltre ogni credere malagevole il procurarsi animali intatti. Io non sono riuscito ad osservar sufficientemente l'epidermide in parecchie specie, non ostante che v'abbia usato ogni diligenza. Quando siamo padroni d'animali intatti, le ricerche riescono coi più communi metodi. Avvertasi però che le sezioni in generale giovan poco; egli è per contro utilissimo di distendere sul portoggetto lacinie d'epidermide strappata dalla sottoposta musculatura, oppure l'epidermide delle aree laterali, e far così l'osservazione di fronte. Le mie descrizioni sono appunto fatte sovra preparati visti di fronte, come nelle annesse figure.

§ 2. *Epidermide delle singole specie.*

Spadella Hexaptera (V. tav. II, fig. 4, 5 e 9 — tav. VIII, fig. 8).

Nella *Spadella Hexaptera* può esser semplice, o stratificata. È semplice, per es., in molti luoghi del tronco; stratificata invece, in corrispondenza al ganglio addominale, alla testa, alla sezione caudale ecc. Le cellule variano di forma nelle differenti parti del corpo. Dove lo strato è unico, le cellule possono presentarsi a contorni

irregolarissimi e si possono paragonare a foglie lobate; ma ciascun lobo alle volte è irregolarmente dentellato e ridentellato.

Invece dei dentelli vi possono essere dei filamenti sottili e lunghi, lunghi anche più della cellula, da cui si dipartono. Talvolta è un lobo intero, che d'un tratto si riduce ad un lungo filamento. Siccome questi filamenti non si possono agevolmente distinguere dai ramuscoli nervosi; ed ancora, siccome all'epidermide sottostanno plessi nervosi complicatissimi (V. il capitolo sul sistema nervoso); così a prima giunta sembra che le cellule epidermoidali sian terminazioni nervose. Si tratta però di una ingannevole apparenza, come mi risulta da molte osservazioni dirette a questo scopo.

Le singole cellule con tutti i sopradetti lobi e dentelli incastransi esattamente l'una nell'altra; lasciando appena, sui pezzi conservati, un lievissimo spazio intercellulare che risalta come una linea sinuosissima; mal saprei decidere se questo spazio esista naturalmente, ovvero sia prodotto dal metodo di conservazione.

Non è facile immaginare quanto sia bizzarro l'aspetto dell'epidermide; se si distinguono nelle singole cellule due assi, l'uno longitudinale e trasversale l'altro, si vede che la lor misura è variabilissima, anche in cellule contigue l'una all'altra.

Non mancano però regioni, ove questa irregolarità di forma è assai limitata ed il contorno della cellula è semplicemente dentato, o seghettato.

La trasparenza e la rifrangenza, già negli animali ancor vividi, vanno soggette ad una forte variazione; alcune cellule son poco trasparenti e molto rifrangenti ed altre invece hanno i caratteri opposti; in quest'ultimo caso, a prim'aspetto, parrebbe di aver sottocchi soltanto le impronte di cellule, che si fosser staccate via; dove corrispondono siffatte cellule, a fresco, senza alcun reagente, si vede il plesso nervoso (V. Sistema nervoso). Per questo fatto, e perchè i contorni delle altre cellule, poco trasparenti e molto rifrangenti, spiccano in tutta la loro irregolarità: per tutto ciò, dico, anche qui nasce l'illusione che i prolungamenti delle cellule epiteliali vadano a continuarsi coi nervi.

Ma, tornando alle due modalità d'aspetto delle cellule, talvolta la lor differenza resta abbastanza chiara anche sui pezzi conservati. Le cellule più trasparenti si trovano in generale molto meno abbondanti delle altre, tra cui sono intercalate senza regola; qua se ne può interporre una sola, là due, altrove molte; e per tratti ampî ponno mancare interamente. Come dirò nel progresso di questo volume, anche i nervi possono presentarsi con un aspetto del pari variabile, in modo correlativo a quello dell'epidermide. Forse questa duplice forma dei nervi e delle cellule vuolsi attribuire a riproduzione di nervi e di cellule in corso là dove il protoplasma delle cellule ed i nervi sono più trasparenti; ei non ci deve recar meraviglia il trovare cotale processo in moltissimi individui, perchè, com'è detto in una pagina precedente, l'epidermide di questi animali è delicatissima ed a toccarla si guasta. In certi punti i nervi compaiono intimamente saldati con la superficie inferiore delle cellule; sovra pezzi, dove lo strato epiteliale è semplice, sembra che rami nervosi abbastanza grossi riposino in doccie scavate nelle cellule. Notisi fin d'ora che, ove eccettuinsi i rami diretti alle prominenze tattili, i nervi decorrono sempre press'a poco paralleli allo strato epiteliale.

Il nucleo (continuo ancora la descrizione dell'epidermide, dov'è formata da un semplice strato di cellule) il nucleo sta nella parte più superficiale della cellula;

per lo più si presenta irregolare di forma e facilmente esiste uno spazio chiaro tra esso ed il protoplasma, spazio che potrebbe devolersi ad un raggrinzamento artificiale del nucleo stesso; non è raro che il nucleo presenti uno, o più vacuoli, tondeggianti, incolorabili. Il protoplasma in certi casi mostra una sorta di reticolo ad aree piuttosto ampie; ordinariamente però quest'apparenza occorre in *Hexapterae* raccolte in cattivo stato.

Passiamo ora all'epidermide, dov'è disposta in parecchi strati. Qui la dentatura è poco sviluppata, cioè dire, le cellule sono semplicemente dentellate; ed, almeno in certi punti, sono anche più piccole; qui non mi ebbi mai a riscontrare il duplice aspetto dianzi menzionato nell'epidermide, quand'è semplice. Speciale è la modalità dell'epidermide ai campi laterali nella sezione caudale; qui essa è in due strati: l'uno superficiale è di cellule, poligonali a contorno uniforme e simili a quelli che descriverò sulle pinne; l'altro profondo è di cellule dentate.

Le cellule dell'epidermide d'*Hexaptera* si isolano facilmente l'una dall'altra coi varî metodi di macerazione, che di sopra ho indicato.

Spadella Bipunctata (V. tav. II, fig. 1, 2, 3)

L'epidermide della *Bipunctata* presentasi in parecchi strati al collo; alle parti laterali di questo, il numero degli strati è maggiore.

In parecchi luoghi del tronco, essa è senza nessun dubbio in unico strato. Qui le cellule offronsi ornate di dentelli semplici, finissimi e corti; i dentelli s'incontrano tra loro, come nelle ruote d'ingranaggio; resta però uno spazio intercellulare o, come direbbesi meglio, interdentellare, spazio visibile anche a fresco, benchè angustissimo. Queste cellule isolansi di leggeri anche a fresco; il loro protoplasma è finamente granelloso; il nucleo è centrale, o quasi, con uno spazio perinucleare simile a quello già indicato nelle cellule d'*Hexaptera*.

Dove l'epidermide è stratificata, le cellule tendono alla forma ovoidale, piuttosto che alla poligonale; restano però appiattite, hanno i contorni molto segnati e senza dentelli, s'isolano di leggeri ed infine non si può scorgere alcun spazio intercellulare. In alcuni punti però, e forse ovunque, alla superficie di parecchi strati di cellule così fatte, havvene uno; le cui cellule sono simili a quelle dell'epidermide, là dove è semplice, ma però non hanno dentelli evidenti.

Sagitta Claparèdi (V. tav. II, fig. 6, 8, 9, 10 — tav. VI, fig. 11).

Sulle aree laterali del tronco, come anche sulle linee mediane, alla sezione della coda e sulle pinne pari (V. più sotto) si trova un'epidermide stratificata, con caratteri degni di nota. Essa è fatta di cellule globose, di varia grandezza, con membrana evidente, a contenuto apparentemente acquoso, ed a nucleo piccolo, addossato alla membrana; le membrane delle cellule contigue sono saldate in modo che non evvi un evidente spazio intercellulare. La sezione di quest'epidermide sull'area laterale è in forma di triangolo, a cui fa da base press' a poco l'area laterale stessa. Le membrane presentano una certa rigidità; a tal che se ne possono ottenere sezioni trasversali senza che avvizziscano.

Superficialmente questo strano tessuto è coperto da uno strato d'epitelio pavimentoso

a cellule piccole. Ugualmente pavimentosa ed a cellule piccole è l' epidermide alla parte dorsale e ventrale del tronco, alla testa, come anche sulle pinne (V. più sotto).

Le cellule di questi epitelî pavimentosi possono apparire sotto un duplice aspetto. Talora vedesi un nucleo centrale di foggia irregolarmente poligonale, da cui dipartesi un reticolo che s'estende fino alla periferia della cellula; talora, per contro, il protoplasma si mostra semplicemente sparso di finissimi granelli ed il nucleo è tondeggiante. Tal altra volta si incontrano delle cellule tondeggianti, a nucleo schiacciato e periferico e col protoplasma reticolato; queste cellule stanno sotto allo strato superficiale, od unico, dell'epidermide; precisamente, stanno in corrispondenza ai punti, in cui parecchie cellule dell'or or nominato strato si toccano con un loro angolo. Io non so decidere se tanto l'aspetto reticolato del protoplasma, quanto quello granelloso sian normali, ovvero quale dei due lo sia e quale no; ebbi a riscontrare la prima condizione in *Claparèdi* ancora vive e perciò inclino a ritenerla naturale.

Spadella Draco (V. tav. VII, fig. 1 — tav. III, fig. 4).

L'epidermide di *Draco* simiglia a quella di *Claparèdi,* specialmente per le cellule globose. Queste formano due espansioni alle parti laterali del tronco e s'estendono anche alle pinne pari; in adulti le vidi anche sulle parti laterali della sezione caudale ed una volta le trovai perfino sulla parte anteriore della pinna impari (sul resto di questa pinna l' epidermide mancava). Anche sulla faccia dorsale della sezione caudale si trova almeno uno strato di questi elementi; invece alla faccia dorsale e ventrale del tronco, per lo manco nella sua metà anteriore, sono del tutto assenti, lo che accade ancora alla testa.

Questo strano tessuto di cellule più, o meno globose, è poco differente di quel che segnalai nella *Claparèdi;* esso richiama le cellule vegetali e, più ancora, *la sostanza propria della corda dorsale;* in genere le cellule sono molto più ampie che nella *Claparèdi ;* ve ne ha però di svariatissima grandezza. Hanno esse una membrana; il nucleo è addossato a questa membrana e circondato da alquanto protoplasma granelloso; il resto della cellula è occupato da umore acquoso. Dopo la morte dell'animale, queste cellule avvizziscono e le loro membrane fanno delle piegoline. Tra le singole cellule a fresco si possono vedere degli spazî intercellulari piuttosto ampî, che son maggiori nei punti d'incontro di più di due cellule.

Le cellule in discorso non sono isolabili l'una dall'altra. Forse, dovunque s'estendono, sono superficialmente coperte da uno strato d'epitelio pavimentoso, analogamente a quanto ho detto nella *Claparèdi.* Ciò però, nella *Draco*, io ho potuto verificare, soltanto alla parte anteriore del tronco. La difficoltà di ottenere *Draco* intatte giustifica questa lacuna.

Nelle parti, dove manca questo tessuto e nelle aree laterali della coda dei giovani, evvi epidermide in uno, o parecchi strati; essa è composta di cellule pavimentose poligonali; alle parti posterior-laterali della testa ed alle laterali del collo è stratificata ed ha press' a poco i caratteri di quelli della *Bipunctata* nella medesima regione; nella *Draco* però i contorni mi apparvero più segnati.

Il tessuto d'aspetto vegetale, che abbiamo testè conosciuto, si può ragionevolmente considerare come epitelio pavimentoso modificato; perchè s'incontrano, in parecchi punti (per es. alle parti antero-laterali del tronco, ai confini tra il campo

laterale e la superficie ventrale), delle forme che io giudico di passaggio. Si vedon, cioè, delle cellule piccole, simili a certe cellule epiteliali ad esse vicine; quelle però hanno un piccolo vacuolo pieno di liquido, vacuolo che manca a queste; egli ci pare quindi che in alcune cellule epiteliali siasi formato un vacuolo. A quel che sembra, man mano che il vacuolo ingrandisce, il nucleo si porta alla periferia, il protoplasma scema e la cellula inturgidisce. Nelle cellule massime, il protoplasma è diventato scarsissimo e forma una lieve velatura al nucleo; forse una parte di esso protoplasma ha concorso a rinforzare la membrana cellulare.

Per la funzione, questo tessuto si può paragonare alla corda dorsale.

Spadella Lyra (V. tav. II, fig. 24).

Al collo ho veduto un vero epitelio pavimentoso a cellule poligonali, coi contorni non dentati, ma soltanto ondulati. Sul resto del corpo di questa specie, ad eccezione della pinna, non vidi che uno strato di materia amorfa, tempestata di nuclei irregolari nella forma e vacuolati; questi nuclei sono tutti press' a poco in un piano e son sparsi a distanze reciproche piuttosto uniformi. Ho verificato questo tessuto nucleato e senza limiti cellulari, in *Lyrae* apparentemente sanissime.

Spadella Minima e Serratodentata

L'epidermide della *Minima* è a cellule poligonali, piccole, non dentate; gli spazî intercellulari sono ben spiegati; sembra che lo strato sia unico in tutto il corpo.

Simile a quella di *Minima* è l'epidermide della Spadella *Serratodentata,* le cellule però son più ampie.

Spadella Enflata e Magna

Anche nell'*Enflata* l'epidermide è sottilissima. Mancai di osservarne i particolari istiologici; lo stesso devo confessare per la *Magna.*

Spadella Subtilis

È probabile che, per l'epidermide, la *Subtilis* si approssimi alquanto alla *Draco;* le espansioni laterali epidermoidali, in quella sono però, senza nessun dubbio, molto meno sviluppate che in questa. Gli individui da me esaminati eran così guasti che non mi fu possibile di farne più precise indagini.

§ 3. *Pimmento.*

Quasi tutte le specie ci si presentano per lo più incolore; però singoli individui di molte specie possono aver l'integumento colorato in qualche punto. È quistionabile se questi individui siano varietà delle specie, oppure se il presentarsi della maggior parte dei Chetognati per lo più senza alcuna tinta, dipenda da lesioni, tanto agevoli in questi oltremodo delicati animali. Al mio parere e l'una e l'altra ipotesi hanno riscontro nella realtà.

Il pimmento può essere in granelli, ovvero sciolto; può stare nelle cellule epidermoidali.

I granelli di pimmento, quando sono abbondanti nelle cellule epidermoidali, non ne invadono mai uno spazio quasi centrale, che perciò resta incoloro; questo spazio è subrotondo ed accenna al nucleo. Esso non è evidente, quando i granelli sono rari.

Tutte queste cellule pimmentate hanno figura poligonale, e tra di esse esistono di sovente degli spazî intercellulari piuttosto larghi ed incolori affatto.

Il pimmento, oltrechè nelle cellule epidermoidali, può trovarsi in quelle de la corona cigliata e fors'anche in quelle delle prominenze tattili (V. più innanzi).

Il colore varia; ha però un curioso rapporto col cibo e coll' ambiente; cioè dire, le specie di superficie, che sogliono mangiare crostacei *bleu marin*, di spesso hanno appunto tale colore, che è commune anche all'acqua, in cui nuotano; la *Claparèdi*, che vive spesso tra alghe giallo-verdi e si pasce di crostacei similmente colorati, ha appunto una tinta gialla, o verde marcio.

Non si può credere però ad una diretta dipendenza del color del cibo; perchè ho veduto il *bleu marin* sulla testa di *Bipunctatae* neonate, che non aveano per anco assunto alcun alimento.

Forse que' colori sono ai Chetognati di qualche utilità, ma ciò non si potrà sostenere sodamente fino a che non conosceremo a fondo i loro costumi.

Non è forse inutile che qui registri i colori per me osservati nelle singole specie.

Un tronco di *Hexaptera* lunga centim. 2 $^1/_2$, era sparso di macchie brune e di macchie *bleu marin;* questo pimmento era in granelli che infarcivano le cellule di uno strato d'epitelio pavimentoso, senza dentello alcuno: strato che soprastava all'epidermide ordinaria ed era presente soltanto, là dove si trovavan le macchie. In due *Hexapterae* femminilmente mature la pinna caudale era per gran parte *bleu marin*. In un' *Hexaptera* del pari matura, allo sbocco esterno dell'ovispermadotto, stava del pimmento granuloso giallo-bruno.

In *Lyrae* giovani, od adulte, non di rado, si vede la parte dorsale del prepuzio giallo-bruna per pimmento granelloso. La stessa parte nell'*Enflata* e nella *Bipunctata* può essere *bleu marin*, ancora per pimmento granelloso. La *Bipunctata* e la *Minima* frequenti volte presentano su tutta la superficie del corpo una legger tinta cilestrina, la quale è derivata da pimmento sparso in rari granelli specialmente sulle prominenze tattili.

Nella *Claparèdi* alle volte una gran parte del corpo è colorata in giallo; per lo più vi son qua e là soltanto delle macchie gialle. Questo pimmento è sciolto uniformemente in gruppi di cellule pavimentose dell'epidermide. All'estremità anteriore delle pinne pari vi sono delle linee nere per pimmento in granuli neri; i quali, a quanto sembra, stanno alla superficie dell'epidermide. Pimmento simile trovasi nelle cellule allo sbocco dell'ovispermadotto, nelle clave ed alla loro base.

Di altre colorazioni, che si riscontrano sulla vescicola spermatica di tutte le specie, terrò parola nel capitolo sugli organi genitali maschili.

Parte 2. Appendici dell'epidermide.

§ 1 *Pinne* (V. tav. II, fig. 15 — tav. V, fig. 14).

L'occhio di chi esamina un Chetognato è colpito da certe appendici quasi sempre orizzontali, che danno all'animale l'aspetto d'un pesce, ovvero d'un cetaceo.

Hanno figura di segmento di cerchio, o di lunule, o di triangolo; riposano sul corpo dell'animale con una base allargata e diminuiscono gradatamente di spessore verso il loro margine libero, dove sono mollissime e flessibilissime, anche nelle specie più voluminose.

Le pinne sono in numero di tre, o cinque, a seconda della specie; quando nell'adulto non ve ne sono che tre, si trovan le espansioni laterali dell'epidermide, di cui già dissi più sopra e che potrebbero considerarsi formazioni pinnoidi.

In tutte le specie esiste una pinna impari, che abbraccia l'estremità posteriore del corpo. Le altre quattro, o le altre due, sono disposte per paia sui campi laterali; e precisamente un paio (medie) s'estende in parte sulla coda ed in parte sul tronco, l'altro (anteriori) sta tra questo paio ed il ganglio addominale. Le pinne anteriori son gracili in tutte le specie; le medie e le impari sono relativamente robuste. Il Chetognato neonato possiede tre sole pinne, cioè le medie e le impari. Sono esse appunto quelle che s'incontrano nei Chetognati, che possiedono tre sole pinne anche quando sono adulti.

Nella *Lyra*, le anteriori e le medie sono riunite assieme da una cornice, o ponte, molto stretto.

La pinna si compone: (1°) di una sostanza fondamentale amorfa; (2°) d'un inviluppo completo, o no, fatto di raggi (che all'occhio nudo nell'*Hexaptera* paiono strie delicate), tra cui sono (3°) delle cellule interradiali; (4°) di una copertura superficiale di epidermide; (5°) di numerosi nervi, che decorrono sotto quest'epidermide, ad eccezione dei ramuscoli terminali, che l'attraversano e vanno alle prominenze sensitive (6°); di queste è cosparsa abbondantemente ogni pinna.

La sostanza amorfa si colora forte con parecchie materie coloranti. Alle pinne laterali compare, coi tagli trasversali del corpo dell'animale, sotto figura di triangolo, con un lato piccolo corrispondente all'area laterale (ed in rapporto diretto di continuità col peritoneo); è limitata alla metà interna, o basilare della pinna.

Poco dissimilmente si comporta nella pinna impari; colorandola, resta facile vederne ad occhio nudo la delimitazione: è, per così dire, una piccola pinna iscritta nella pinna vera, a cui è simile e con cui ha commune l'inserzione sulla coda.

I raggi sono di sostanza chitinoide; più o meno appiattiti nel senso dorso-ventrale e più o meno distanti gli uni dagli altri (di spesso questa distanza nelle pinne laterali è maggiore che nell'impari). Essi possono limitarsi alla parte esterna della pinna, e perciò avanzarsi appena per pochissimo tratto sulla sostanza amorfa; oppure s'estendono anche su questa, fino all'inserzione della pinna. Possono mancare, per es., all'estremità anteriore della pinna anteriore nella *Lyra* ecc..

Nella parte esterna della pinna, dove non c'è la sostanza amorfa, sono in un unico

strato; quando incontrano questa sostanza, si dividono in due straterelli dorsale l'uno e ventrale l'altro; i quali così le formano una sorta di inviluppo.

Questi raggi son quasi paralleli gli uni agli altri. La lor lunghezza e la lor grossezza sono incostanti; in una stessa pinna s'alternano raggi sottili e grossi; là uno termina, quà uno nuovo si interpone, ognora senza regola. Essi infine sono più, o meno, appuntati alle loro estremità.

Le cellule interradiali si trovano non soltanto nei giovani, ma anche in individui, almeno maschilmente, maturi. Si vedono facilmente alla parte interna (basilare) della pinna impari; son cellule quadrangolari allungate, a nucleo grande, scarse di protoplasma, disposte per lo più in singole serie parallele ai raggi; è regola che una serie di cellule alterna con un raggio (V. tav. II, fig. 14).

I nervi si possono verificar di leggeri nella pinna impari; pervengono a questa da rami degli addominali posteriori; son tre, quattro tronchi abbastanza grossi; essi si staccano lateralmente (dalla porzione della coda, che è circondata dalla pinna) e si spandono sovra di essa; quelli d'un lato sulla metà correlativa, della pinna stessa.

Nell' *Hexaptera* si vedono evidenti plessi simili a quelli che descriverò più avanti (V. *Sistema nervoso*).

L'epidermide forma un involucro generale della pinna.

Nella *Minima* e nella *Claparèdi*, l'epidermide della pinna impari risulta d'uno strato di cellule poligonali piatte, simili a quelle che ho descritte sul loro tronco (V. tav. II, fig. 8).

Nelle pinne laterali della *Draco* e della *Claparèdi* esistono, come venne già menzionato, delle cellule globose.

Nell'*Hexaptera* e nella *Magna*, sovra buone preparazioni coll'oro, o coll'osmio, perfezionate, o no, con colorazioni carminiche, si vede che l' epidermide risulta (V. tav. II, fig. 9) di uno strato superficiale di ampie cellule poligonali, a nucleo quasi centrale, piuttosto grosso; attorno a questo sta una velatura di protoplasma; il resto della cellula sembra ridotto in un fino reticolo ad areole poligonali. Al centro d' ogni areola, profondamente, si può trovare un corpicciolo nucleiforme. Parrebbe perciò che sotto uno strato di cellule poligonali ampie stesse uno strato di cellule piccole: non meno di quindici piccole sotto una grande. Se i detti corpiccioli non si volessero riconoscere nuclei di celluline, bisognerebbe ritenerli grossi *protomeri* delle cellule epiteliali. Qua e là in certi punti, in cui s'incontrano parecchie delle or ora menzionate cellule ampie, s'interpongono evidenti spazî intercellulari. A tutta prima sembra di veder delle cellule strane, ma la mancanza del nucleo ci fa immediatamente riconoscere l'errore.

Alle pinne non vanno muscoli, e però esse non hanno un motore proprio e la loro funzione è ben differente di quella delle pinne dei pesci, degli eteropodi ecc. Allargando la superficie orizzontale del corpo, esse facilitano la sospensione dell'animale sull'acqua e servono come organo d'equilibramento.

Passivamente, per la contrazione del corpo dell'animale, la pinna caudale è trascinata a batter l'acqua, ciò che forse facilita la locomozione.

Questo non si deve dimenticare che, cioè, le pinne per la lor ricchezza di prominenze servono mirabilmente, come organi tattili.

Infine si può pensare ch'esse proteggano le aree laterali, le quali, per la scarsezza o mancanza di musculatura, restano debolissime.

M'è però d'uopo confessare che, anche tirando la somma di tutte queste supposte funzioni, non mi sembra di esser del tutto al chiaro sul vero valore fisiologico degli organi in discorso, tanto caratteristici dei Chetognati; cotale mio dubbio è motivato sopratutto da ciò che i Chetognati più voluminosi hanno pinne relativamente piccole.

§ 2. *Organi della Draco* (V. tav. VII, fig. 1 e 14).

Non posso far meglio che collocar qui la descrizione d'un organo speciale della *Draco*.

Se abbiamo la fortuna d'imbatterci in una *Draco* intatta, a livello del ganglio addominale, sulle parti laterali del corpo, ci colpisce la presenza di un ciuffo di *setae* grigiastre; partono da una base commune e man mano che se ne allontanano, divergono l'una dall'altra; verso l'estremità libera si curvano infuori ed un po' indietro; in tutto son lunghe forse due mmt. Ciascuna seta è un fascicolo di setole cementate tra loro da sostanza amorfa; queste setole s'assottigliano, procedendo dalla base verso la punta; qua e colà portano dei corpiccioli (nuclei?) (V. tav. VII, fig. 14 *B* e *C*). La base commune delle *setae* è un breve infossamento dell'epidermide tapezzato da cellule coniche; i rapporti di queste con le setole io non ho potuto discovrire, una volta però mi parve evidente che queste cellule fosser collocate tra le setole.

A questi organi non vanno nervi. Mentre gli è facilissimo di rilevare i nervi delle prominenze sensitive della *Draco*, non si può mai trovarne alcuno destinato a questi organi di cui discorriamo, non ostante che le condizioni di visibilità di nervi restino identiche. Di più questi fascicoli di setole son tanto lunghi e grossolani che si stenterebbe a crederli capaci di una funzione nervosa. Ho voluto interrogare anche l'esperienza; toccando la pinna caudale, l'animale veloce, come una saetta, fugge lontano. Toccando invece queste *setae*, non dà a divedere d'accorgersene.

Dalle antescritte osservazioni, s'io non m'inganno, deriva che gli organi speciali della *Draco* non sono di senso.

Privi di essi, questi Chetognati si locomovono rapidamente ed ordinatamente come se li avessero ancora.

Esistono già nei giovani, quando sono lunghi appena poco più di due mmt. Ne manca qualunque accenno in tutte le altre specie.

Io non so trovar ad essi un' adequata significazione; si potrebbe forse tentar di paragonarli a pinne profondamente modificate.

Non voglio infine tacere che gli organi in discorso nella prima sembianza ricordano da vicino gli organi odoriferi delle farfalle ed in ispecie quelli dei maschi della *Sphynx Convolvuli.*

§ 3. *Cellule adesive* (V. tav. II, fig. 6 e 7).

Esaminando una *Claparèdi* vivida, ad un forte ingrandimento, egli è agevole rilevare una grande differenza tra la superficie dorsale e la ventrale. Mentre l'epidermide del dorso, se si eccettuano le prominenze tattili, è liscia come in tutte le

Spadelle; quella del ventre per contro appare scabra per numerose papille. Esse sono svariatissime per larghezza; talvolta appaiono sormontate da papilluzze secondarie; come c'insegnano tanto le sezioni che le dilacerazioni, queste papille sono formate da una cellula di varia altezza, o da un gruppo di cellule in un semplice strato, cellule parimenti di altezza diversa, nelle diverse ed anche in una medesima papilla. Tali cellule son collocate perpendicolarmente, o quasi, all'epidermide. Quando come ho detto, alcune cellule d'una papilla sono più alte delle altre, allora compaiono le menzionate papilluzze.

Queste cellule s'incontrano isolate, e le papille son perciò piccolissime, alla parte posteriore della coda, sulle pinne ed infine alla parte anteriore del tronco. S'incontrano in gruppi sui margini liberi delle pinne laterali, alla parte posteriore del tronco ed a quella anteriore della coda. Presso a poco a livello del setto trasversale vi sono dei gruppi assai avvicinati gli uni agli altri, sicchè formano poco meno che un rivestimento continuo dell'epidermide.

Le cellule in discorso varian di dimensione e di forma; ve ne ha di corte e di lunghe; in genere hanno la forma di giovane boleto, portano cioè alle lor estremità libere una sorta di bottoncino.

Il bottoncino, con certi metodi di conservazione diventa granelloso; in animali ancor vividi od appena morti, anche coll'aggiunta d'acido acetico non vi riscontrai mai nè granuli nè bastoncini.

Il peduncolo, a cui s'attacca il bottoncino, s'allarga alquanto verso la base; sicchè sotto al bottoncino si scorge una sorta di collo, appunto come nei giovani boleti.

Verso la metà dell'altezza di queste cellule sta un nucleo ovale. Il protoplasma del peduncolo può apparire granuloso, come il bottoncino, nei pezzi conservati, e non possiede mai pimmento.

Nel tingere queste cellule, frequenti volte la colorazione resta diffusa al peduncolo ed al bottoncino, ma di rado però questo si colora più di quello.

Le cellule che or termino di descrivere, ci porgono la spiegazione di un singolar fenomeno offerto dalla *Claparèdi.* Se si mette in un vaso di vetro melma ed alghe, in cui stian nascoste queste Spadelle, dopo qualche tempo molte di esse si portano alla superficie del vetro e vi si appicciano. Siffatto appicciamento accade per mezzo della superficie ventrale e precisamente per poco più della sua metà posteriore. L'aderenza al livello del setto trasversale è più salda che in ogni altro punto.

V'è quando è più facile stracciare in pezzi l'animale, che staccarlo del vetro. Spesso non è sufficiente a svincolarlo l'assorbimento esercitato coi communi tubi di vetro. La presenza delle papille nelle regioni con cui l'animale contrae aderenza, l'esser l'aderenza più forte là dov'esse più abbondano, il verificarsi questa capacità d'adesione soltanto in Chetognati che ne sono forniti (*Claparèdi*, *Cephaloptera*) [1], tutti questi fatti sono prova manifesta dell'insigne attitudine delle cellule di sopra descritte, a contrarre adesione col vetro e con altri corpi solidi. Il perchè sta loro bene di chiamarle con Hertwig cellule adesive; egli però va più avanti ed asserisce

[1] Per la *Darwini* mancano le osservazioni.

che l'adesione accade per mezzo di muco secreto dalle cellule stesse, che perciò giudica mucipare, anzi a suo credere il bottoncino della cellula non consterebbe che di muco.

A me non sembra di dovergli menar buona questa supposizione sulla natura del bottoncino; e ciò perchè la sua presenza sulle cellule è costante, e sempre una è la sua forma; gli opposti dovrebbero verificarsi se fosse semplicemente muco.

Anche la significazione fisiologica di questi organi per me resta misteriosa. Hertwig vorrebbe riferirli alla stazione della *Claparèdi*, in mezzo alle alghe ed alle pietre. Io, per quanto acuissi l'occhio, non sorpresi mai una *Claparèdi* aderente nè alle alghe, nè alle pietre. E (come io ho trovato nella letteratura) esiste una specie di superficie (*C. Darwini*) la quale pure aderisce al vetro.

§ 4. *Ghiandole* (V. tav. VIII, fig. 5).

Nella *Claparèdi*, lunghesso la faccia dorsale delle pinne laterali; e, più precisamente, lunghesso quella parte (di questa faccia) che è contigua al tronco, si trova una serie longitudinale di ghiandole pluricellulari. Son forse una dozzina per ogni lato e contigue l'una all'altra. Ciascuna ha contorno quasi circolare, è coperta da epidermide e risulta di cellule disposte presso a poco, come rosette, in un solo strato; ma, a quel che sembra, sono un po' inclinate in guisa che verso il centro si forma un leggero avvallamento; al centro corrisponde, a quanto sembra, un piccolo sbocco circolare, attraverso l'epidermide. Le cellule ghiandolari sono poligonali-piriformi, a nucleo eccentrico; il protoplasma sembra diviso in granelli splendenti che spiccano sopratutto coll'azione dell'acido acetico. Verosimilmente essi vengono versati all'esterno, come fanno manifesto dei granelli, che a fresco si vedono costantemente al sopradetto sbocco.

Note Storiche.

Delle prime notizie sull'epidermide andiamo debitori a Claparède ed a Gegenbaur. Nessun altro ne trattò fino ad Hertwig, che rilevò non pochi punti nuovi, ma fu però qui come altrove, brevissimo e tralasciò molti fatti ed in parecchi luoghi fu poco esatto (stratificazione, varietà dell'epidermide nelle varie specie ecc.).

Le pinne (ove si eccettuino i nervi che sfuggirono anche ad Hertwig le cellule interradiali, di cui ammise l'esistenza appena nell'embrione, l'epidermide che Hertwig accennò semplicemente e senza verun particolare) le pinne, dico, eran già state ben descritte da Krohn; Hertwig a torto sostiene che *das Stützgallerte blieb seither unbemerkt.* Infatti Krohn scrive che le pinne constano di una sostanza fondamentale, affatto translucida, amorfa senza cellule e senza fibre, d'un inviluppo di raggi ecc.

Le papille adesive vennero scoperte da Busch; Hertwig ne rilevò la struttura istiologica. Io ho confermato le osservazioni d'Hertwig, aggiungendo dei particolari e correggendo alcune inesattezze (il pimmento ed i bastoncelli ch'egli ha ammesso in queste cellule, secondo me, non esistono).

Le ghiandole fin qui eran sfuggite all'osservazione di tutti i zoologhi.

Gli organi del *Draco* eran già stati segnalati da Krohn e (con maggiori particolari) da Hertwig; quest'ultimo li giudicò organi tattili.

Capitolo II.

Sistema muscolare.

Nel sistema muscolare si può distinguere una *musculatura generale*, ed un'altra *speciale pel capo*. La musculatura generale è a sua volta capace d'una suddivisione in primaria e secondaria. Parlerò primamente della musculatura generale primaria; in secondo luogo di quella secondaria; e finalmente di quella speciale al capo.

Dopo la descrizione della quale, piglieremo nota di un prepuzio e di un singolarissimo organo intramuscolare.

§ 1. *Musculatura generale primaria* (V. tav. XI, fig. 4 — tav. XII, fig. 12).

Delineo anzitutto la sua disposizione generale.

Essa sta sotto lo strato nerveo da cui si può presentar decisamente separata per mezzo di una lamella sottilissima, anista, che si tinge fortemente con le varie sostanze coloranti. Notisi però che non mi venne fatto di scoprire cotale lamella nelle specie piccole, come anche in parecchie regioni delle specie voluminose.

La musculatura s'estende per tutto il tronco, per tutta la coda ed in piccola parte si prolunga anche nella testa. Decorre sempre longitudinale.

Sta raccolta in quattro nastri: due ventrali e due dorsali. Due linee longitudinali-mediane (una dorsale ed una ventrale) e due aree laterali (una destra ed una sinistra) spartiscono l'un dall'altro i quattro nastri. Distinguiamo in questi nastri una lunghezza (nel senso antero-posteriore dell'animale), una larghezza (segnata dalla distanza tra una linea ed un area), infine un' altezza o spessore. Tutte e tre le dimensione crescono press'a poco in proporzione diretta con la taglia del corpo della specie, in cui si misurano. Lo spessore è variabile in uno stesso nastro, a seconda della specie, o del punto in cui si osserva; così a modo d'esempio, nella *Draco* è massimo a lato della linea mediana (per lo manco a livello del ganglio addominale); nella *Bipunctata*, nella *Claparèdi* e nell'*Hexaptera* il massimo spessore verificasi sulla parte mediana della larghezza del nastro. Nella *Magna* press'a poco in questa stessa parte la musculatura offresi molto assottigliata, sopratutto nei nastri dorsali. In una sola delle dieci specie da me esaminate, e precisamente nella *Claparèdi*, ad una parte della musculatura longitudinale ne sottostà una trasversale o sagittale che vogliasi dire; e, precisando, sono due lamelle sottili che ricoprono la superficie profonda dei nastri ventrali nella sezione del tronco: una lamella destra ricopre il nastro destro, una sinistra il sinistro (V. tav. VI, fig. 11, *mt*).

Scendiamo alla struttura intima della musculatura in discorso.

Essa è striata in senso trasversale, o quasi, e due sono le modalità di questa striatura.

L'una è più comune; l'altra esiste solamente in una parte (?) del corpo dell'*Enflata* e della *Lyra*. In questo secondo caso, ad una fascia chiara, molto rifrangente che non si colora punto con le varie sostanze coloranti, segue da un lato una fascia piuttosto alta, dall'altra una linea. Tanto la fascia, quanto la linea sono oscure, poco rifrangenti e sono colorabili col carmino e coll' ematossilina. Quando siam davanti alla prima modalità

di striatura invece d'una linea e d'una fascia oscura, vediamo due fasce oscure eguali l'una all'altra, l'una naturalmente è al di qua e l'altra al di là della fascia chiara ([1]).

Come ho già accennato, queste modalità di striatura si trovano costantemente in determinate regioni, di determinate specie; perciò sono obbligato a credere che esse rappresentino una varietà di struttura e non già mutamenti subordinati allo stadio di contrazione.

Nelle fascie oscure d'ambo le modalità è evidente una porzione chiara paragonabile alla stria di Hensen.

Tutte queste osservazioni riescono a fresco e sono controllabili su pezzi conservati dall'osmio.

Sovra un individuo fresco di piccola specie, di leggeri si acquista la sicurezza che ogni nastro è scompartito in molti *nastrini longitudinali*, i quali decorrono paralleli e non interrotti per tutta la lunghezza dell'animale. Se si fa una leggera compressione, ogni nastrino compare formato quasi da due pagine; le quali stanno disposte per modo da fare un angolo solido acuto sulla superficie del corpo. Ciascuna pagina risulta di fibre oblique, che corrono tra i suoi propri margini longitudinali e sono parallele tra loro;sovra una pagina però sono oblique in un senso, sovra l' altra in senso opposto; e perciò ogni nastrino sembra un vessillo di penna d'uccello; eguale disposizione ripetesi sul nastrino contiguo, per modo però che sul nastro alternano regolarmente le pagine a fibre oblique in un senso con quelle oblique in senso opposto.

Macerando i nastri musculari, si dividono in sottilissime *lamelle* di svariate forme ed ampiezze. Nelle piccole specie, in generale, s'isolano lamelle, le quali vedute di fronte sono *rettangoli*, molto lunghi, poco larghi e molto meno grossi o spessi; queste lamelle son disposte per modo che la loro lunghezza corre parallela alla lunghezza del corpo dell'animale (V. tav. VII, fig. 9 e 10).

Si trovano di sovente sovrapposte l'una all'altra come pagine d'un libro. Guardandole di sbieco, paiono fibre più o meno sottili.

La loro striatura sembra unica in tutto lo spessore, cioè dire le lamelle sembran formate da un'unica serie longitudinale di pezzi alternativamente chiari ed oscuri. La striatura è perciò parallela ai lati minori del rettangolo.

Nelle specie voluminose si isolano delle lamelle alquanto differenti (V. tav. VII, fig. 2, 3 e 4). Il loro studio mi riescì più proficuo che non quello delle precedenti.

Intanto anche in queste distinguonsi tre dimensioni: una lunghezza, che corre parallela alla lunghezza dell'animale ed è ordinariamente molto maggiore della larghezza; la quale a sua volta supera sempre di gran lunga l'altezza (spessore, od anche grossezza); quest'è sempre lievissima.

Un fatto importante che risalta nelle lamelle isolat e, è questo che siegue (V. fig.

([1]) Il sig. prof. Nasse (*Zur Anatomie und Physiologie der Quergestreiften Muskelsubstanz*, Leipzig 1882) sostiene che il *Zwischenscheibe* esiste in tutta la musculatura delle Sagitte e (come mi ha gentilmente scritto) egli crede che la mia modalità di musculatura a linee oscure basse alternanti con fasce oscure alte, rappresenti la vera condizione della striatura; e che là dove io ho incontrato fascie uniformi, mi è sfuggita, per insufficienza della praparazione, la linea bassa (*Zwischenscheibe*). Io non ho occasione di ripetere le mie osservazioni coi metodi perfezionati, che vennero proposti dallo stesso sig. Nasse; posso concedergli che in tutte le Sagitte esista il *Zwischenscheibe*, ma fino a migliori prove non credo che il *Zweischenscheibe* e la mia *linea oscura bassa* siano *unum et idem*.

cit. *lm*): un margine longitudinale si prolunga in un'orlatura anista che può giudicarsi aponeurotica; tale margine, per brevità, denominerò d'indi innanzi *aponeurotico*.

Per la massima parte le lamelle sono romboidali ed un lato del romboide, ordinariamente uno maggiore (e di spesso maggiore di molto), è l'aponeurotico. In piccola parte sono trapeziche allungate ed un lato parallelo del trapezio è l'aponeurotico. Di questa forma ne distinguo due varietà: l'una è a trapezio molto alto e non molto largo, l'altra ha i caratteri opposti; l'una e l'altra tal fiata presentansi un po' curve, a concavità verso il celoma. Sonvi inoltre, e non lo si dimentichi, sonvi numerose forme intermedie a tutte queste.

La lunghezza delle lamelle compare varia; più cura s'adopera nel fare la preparazione, più si isolano lunghe. Il perchè io non sono alieno dal credere che esse si prolunghino anche per tutta la lunghezza dei nastri, e che però le lamelle, quali si ottengono d'ordinario, non siano che frammenti. In appoggio a questa mia opinione soggiungerò che i lati delle lamelle obliqui all'aponeurotico non hanno un contorno speciale e regolare; e che le lamelle, qualunque siasi la lor lunghezza, presentano un accenno più o meno chiaro, di spezzature, secondo linee che in moltissimi casi sono parallele appunto ai lati che sono obliqui all'aponeurotico (V. tav. VII, fig. 3 e 4). Ma su questo stesso argomento tornerò più sotto.

Ora invece vo' avvertire che anche in queste, come nelle lamelle delle specie piccole, la striatura è unica per tutto il loro spessore.

La linea di striatura è nel senso della larghezza delle lamelle, ma è un po' curva; prescindendo da cotale curvatura, la direzione di questa striatura è costante nelle lamelle d'ugual forma, e corre più o meno obliqua rispetto al lato aponeurotico.

Talvolta s'isolano delle lamelle romboidali sovrapposte l'una all'altra come pagine d'un libro; talvolta in una di queste, la striatura è obliqua in un senso ed in quella sovrapposta lo è in senso contrario.

Ho già accennato che certe lamelle, ed or qui aggiungo che tutte, presentano linee di spezzature più o meno chiare, le quali si prolungano di spesso anche sull'orlatura e dividono tutta la lamella in tante striscie disuguali di larghezza.

Ciascuna di queste consta di uno strato di finissime fibrille disposte press' a poco secondo la sua lunghezza. Non si riesce a constatare una sostanza che tenga connesse fra loro queste fibrille.

Non possiamo proseguire senza volgere per un momento l'attenzione alla già cennata orlatura aponeurotica.

La lamella è disposta nel nastro musculare in modo che l'orlatura guarda sempre il celoma; per persuadercene basta già smuovere il vetro coproggetti d'una preparazione incompletamente dilacerata.

Se si osserva un nastro musculare dalla superficie interna, ossia dalla superficie che guarda il celoma (V. tav. II, fig. 19, 20 e 21), invece dell'endotelio peritoneale (che descriverò più avanti sulle aree laterali) si trova un sottil strato anisto; alla sua faccia esterna, questo strato dà molti sepimenti perpendicolari (ciò si vedrà meglio qui appresso nelle sezioni trasversali); i quali vanno alle lamelle musculari. Questi sepimenti sono appunto le orlature aponeurotiche dianzi ricordate. Lo strato anisto di sovente presentasi pieghettato; da onde nasce l'illusione che invece d'una vera lamina

sianvi delle fibre irregolari. Le orlature aponeurotiche producono sulla lamina anista (quando è veduta di fronte e spiegata) producono l'aspetto di strie longitudinali.

A ridosso della superficie esterna dello strato anisto, tra le orlature, vi sono nuclei piuttosto rari, su linee spezzate e senza regola evidente; varia è la loro forma, quali sono ovali, quali fusiformi, quali a foggia di manubrio; talvolta compaiono curvi sovra sè stessi, quasi formassero due nuclei addossati l' uno all' altro. Se lo strato anisto nella preparazione non si piegolina, è più facile d'avvenirci a forme dritte, disposte col lor diametro maggiore secondo la lunghezza delle lamelle; se lo strato anisto è all'incontro piegolinato, abbondano le forme ricurve.

Nuclei diritti simili a quelli in discorso appresentansi anche nello spessore del nastro musculare.

Ad ogni nucleo corrisponde una porzione di parecchie lamelle; pare certo che sulla lunghezza d'ogni lamella si trovano parecchi nuclei.

Gli è perciò lecita l'illazione: che se questi nuclei si considerano come mioblasti, un mioblasto abbia concorso alla fabbrica di parecchie lamelle e parecchi mioblasti alla fabbrica d'ogni lamella.

Sui tagli si completano alla meglio le cognizioni già acquistate sulla struttura dei nastri musculari.

Per chiarezza avverto che nella descrizione che siegue, io userò la denominazione di lamella per quelle parti che, a mio credere, corrispondono alle lamelle precedentemente descritte.

Comincio colle specie piccole.

Nella *Draco,* sui tagli trasversi, si avverte che il nastro consta di *lame* radiali all'asse del corpo, ovvero siano disposte press'a poco parallele l'una all'altra e perpendicolari alla superficie esterna del corpo.

Ogni lama poi è composta di lamelle parallele l'una all'altra, ma oblique rispetto alla superficie esterna del corpo; l'obliquità loro è inversa nelle lame contigue, sicchè il taglio trasversale di due lame contigue prende l'aspetto del vessillo di penna d'uccello.

In alcune regioni (per es. alla coda nella *Bipunctata*) a due *lame* (che diremo *maggiori*) ordinate nel modo or detto per la *Draco* fa seguito una terza (*lama minore*) molto meno larga e limitata alla parte più esterna (o più superficiale che si chiami) delle lame; essa è difficilmente visibile e sembra composta di due serie di lamelle minime, parallele tra loro ed alle lame (V. tav. XII, fig. 14).

Per questi ordinamenti, che siamo venuti esponendo, tanto tra le lame che tra le lamelle, restano degli interstizî visibili sui tagli trasversali ed apparentemente occupati da materia amorfa. Risaltano sopratutto due interstizî: uno largo quanto il nastro alternante con un secondo limitato alla sua parte interna; quello è tra due lame maggiori negli spazî, in cui non vi è interposta la lama minore; questo è interno, o profondo rispetto alle lame minori. Là dove queste lame minori mancano, gli interstizî sono tutti larghi quanto il nastro ed uniformi.

Verso il celoma le lame sembrano congiunte a due a due o, con altri termini, due lame contigue si curvano alquanto l'una verso l'altra e non si può dir con sicurezza dove finiscono le lamelle dell'una e cominciano quelle dell'altra.

Decisa invece suol essere la loro separazione alla superficie epidermoidale.

Quando tra due paia di lame maggiori se ne frappone una minore, sono le lame appaiate quelle che sembrano congiunte assieme verso il celoma.

La disposizione, che ho già più volte detta a penna d'uccello s'incontra ovunque, tanto nei punti dove il nastro è sottile, quanto in quelli dove è grosso (V. tav. V, fig. 14).

Fin qui parlai delle specie piccole; colle grosse non ho ottenuto sezioni buone nei punti, dove la musculatura è più spessa; mi riuscirono invece nell'*Hexaptera,* in corrispondenza al ganglio addominale (V. tav. VII, fig. 5), sulla coda vicino alle aree laterali ed in una parte del collo. In tutte queste regioni non riscontrai una disposizione simile a quella che ho descritta nelle specie piccole.

Per contro, la musculatura sui tagli trasversali compare in lamelle press' a poco perpendicolari alla superficie del corpo, ovvero radiali rispetto al suo asse. Ogni lamella presenta una striatura per lo più parallela alla superficie del corpo; raramente obliqua ad essa; più raramente ancora l'obliquità della striatura alterna in due lamelle contigue, sì da produrre l'imagine di penna d'uccello. Alcune lamine non occupano tutto lo spessore del nastro musculare.

I tagli ci mostrano chiaramente le disposizioni delle orlature delle lamine aniste e dei nuclei, già da me descritte in preparati per dilacerazione, e permettono d'aggiungere alcuni particolari.

Nelle specie piccole non si può scovrir vere orlature aponeurotiche. I nuclei in esse hanno soventi fiate una collocazione molto regolare, sono cioè nelle sopradette linee in cui le lame sembrano congiunte a due a due (verso il celoma); e per lo meno quando esistono lame maggiori e minori, oltrecchè alla linea di congiungimento delle due lame maggiori contigue, si trovano anche sotto (cioè profondamente) alle lame minori. Però non tutti i tagli trasversali offrono dei nuclei.

Giunti pressochè al termine della nostra analisi della musculatara generale primaria, gettiamo per un poco uno sguardo sintetico sull'intima costituzione della medesima.

Si può stabilire che essa è divisibile in unità di vario ordine; la minima è una *fibrilla* finissima, ed è comune a tutte le specie.

Nelle piccole, una somma di fibrille (disposte parallele e tutte in un piano) forma una lamella; una somma di lamelle (parallele secondo le loro faccie e parimenti in un piano) forma una lama; due, tre lame (similmente disposte) formano alla lor volta un nastrino; una somma di nastrini (similmente disposti) forma un nastro; quattro nastri simili formano tutta la musculatura. Le lame sono perpendicolari alla superficie del corpo e le lamelle invece restano oblique.

Nelle specie grandi una somma di fibrille (parallele ed in un piano unico) forma una striscia: una somma di strisce (parallele secondo le loro faccie e tutte in un piano) forma una lamella; una somma di lamelle (similmente disposte) forma un nastro; quattro nastri formano tutta la musculatura; le lamelle sono pressochè perpendicolari alla superficie del corpo.

Ho indicato col nome di lamelle le unità che si isolano con le dilacerazioni; se cotali unità delle specie grandi siano omologhe a quelle delle specie piccole è un nodo ch'io non so sgroppare.

Lo strato anisto coi relativi sepimenti anisti può compararsi ad una disposizione aponeurotica o sarcolemmatica, che si preferisca dirla.

I nuclei nello spessore del nastro sono simili a quelli della sua superficie profonda e possono considerarsi musculari. Perchè in corrispondenza ai nastri musculari il celoma non è ricoperto da un vero peritoneo; non ci sembra azzardoso il considerare la disposizione aponeurotica ed i nuclei, come peritoneo modificato. In questa musculatura l'elemento cellulare non è distinguibile da ciò che esso ha prodotto; ogni nastro musculare colle sue aponeurosi e co' suoi nuclei è un sincizio, di cui le fibrille musculari sarebbero secrezione comune. Parecchi mioblasti hanno concorso a formare una fibrilla; viceversa, ogni nucleo coopera alla fabbrica di parecchie fibrille.

Aggiungo alcuni particolari sulla musculatura trasversale della *Claparèdi.* È uno strato composto di molte lamelle, sottilissime, a figura di rettangolo, con un lato lungo quanto è largo il nastro e l'altro molto più corto; esse lamelle sono collocate parallele l'una all'altra, in un solo strato e contigue coi loro lati lunghi. Una stretta linea occupata da materia anista separa l'una dall'altra le lamelle. Tra questo strato trasversale ed il longitudinale esiste uno spazio più o meno angusto, attraversato da fibrille connettive.

La striatura ricorda quella che è propria della musculatura generale secondaria, di cui dirò in appresso. Questa musculatura è limitata alla sezione del tronco; e manca nella *Draco*, contrariamente a quel che lascia supporre Hertwig.

Finirò il paragrafo con brevissimi cenni intorno alla funzione della musculatura generale primaria.

Essa è di gran lunga più importante delle altre pella locomozione.

Non v'ha predominio della dorsale sulla ventrale, nè viceversa L'animale violentemente ucciso or presentasi curvo nel senso del dorso ed or in quello del ventre, talvolta anche diritto.

Il locomoversi ordinario essenzialmente si riduce a due atti, che sono: 1° un incurvarsi dell'animale sopra sè stesso in vario grado ed in varî punti del corpo, sempre però nel senso dorso-ventrale; 2° un ridistendersi d'un tratto, quasi scattando. La pinna caudale vien passivamente trascinata a sbatter l'acqua di qua e di là, come una piccola pala. Attraverso le pareti dei soliti vasi di vetro, i Chetognati quando sono fermi, si presentano ordinariamente colle pinne in direzione obliqua rispetto alla superficie dell'acqua. Ma nel locomoversi mutano questa posizione ed eseguiscono perfino delle rotazioni sul loro asse longitudinale.

La striatura trasversale delle fibre musculari spiega la rapidità dei movimenti dei Chetognati; specialmente da questa rapidità dev'esser stato colpito Slabber, che chiamò Sagitte gli animali in discorso.

Se i Chetognati non avessero una musculatura striata, si locomoverebbero lentamente come i Nematodi.

Sembra che i Chetognati non sian molto robusti. Paragonandoli a pesciolini anche neonati, si può osservare che, mentre questi sono senza requie in vivacissimi movimenti, i Chetognati invece per lo più fanno il morto, cioè dire si abbandonano immobili in seno all'acqua [1]. Scuotendo un po' l'acqua, i Chetognati d'ordinario cadono in balìa del vortice così suscitato, i pesciolini invece nuotano persino contr'acqua.

[1] Vi stanno di solito in direzione obliqua, per modo che la testa guarda in su, od in giù.

I Chetognati tenuti nei vasi paiono per solito addormentati, a meno che li tenga desti il pericolo, o la preda.

Ho mancato di verificare se di notte siano più vivaci che di giorno.

§ 2. *Musculatura generale secondaria* (V. tav. II, fig. 18).

Questa musculatura si trova nelle linee mediane e nelle aree laterali.

È necessario premettere alcune notizie sulle linee e sulle aree.

Le linee sono spazî quasi ovunque assai stretti. Nella *Draco* sono appena accennate; nella *Magna* havvi una ben marcata linea mediana ventrale, prima, dopo e lungo il ganglio addominale; la dorsale invece è ridotta, come nella *Draco.* Poco differenti di quelle della *Magna* sono le condizioni dell'*Hexaptera.* La linea mediana ventrale, forse in tutte le specie, diventa un'area all'estremità sua anteriore e presenta un allargamento romboidale intorno all' ano. Questo ultimo spazio è molto esteso nella *Claparèdi;* comincia, cioè, a livello del ganglio addominale.

I campi, od aree laterali, sono molto più ampî di quel che non siano le linee; in generale sono maggiori nelle specie più grosse. Restringonsi nelle parti in cui il corpo restringesi; e si allargano, dove s'allarga.

Sui confini delle linee mediane con i nastri muscolari, esiste una musculatura striata, in modo speciale, ma che mi parve continua ai nastri musculari. Separata invece, ma simile ad esse per la striatura, è un'altra musculatura che si trova nelle aree laterali. Quella delle linee è molto più difficile a studiarsi di questa delle aree.

Io tesso una minuta descrizione di questa delle aree, ch'io ho osservato con special cura nell'*Hexaptera* e che esiste forse in tutti gli altri Chetognati.

Essa appare all'estremità anteriore dell'area; è già estesa e grossa, e separata affatto dai nastri musculari; è più vicina però ai ventrali che ai dorsali. Sopra un taglio trasversale, si presenta come una linea che va ingrossando da suoi punti estremi a quelli di mezzo: dove appunto raggiunge la massima grossezza.

È visibilissima ad occhio nudo in *Hexapterae* sparate ed opportunamente distese in glicerina, od in balsamo, sovra un vetro.

Discendendo dalle estreme regioni anteriori delle aree laterali, la musculatura si scosta sempre più dal lato dorsale; spessore e larghezza però restano quasi immutate, press'a poco fino a livello del ganglio addominale; più in giù questa musculatura va assottigliandosi, restringendosi e lacunandosi, fino a che verso l'estremità anteriore delle pinne anteriori scompare del tutto.

Una musculatura simile per la posizione e la struttura ricompare alle aree laterali della coda (V. tav. II, fig. 18; tav. X, fig. 10 *mus*); comincia a un dipresso all'estremità posteriore delle pinne medie; qui è stretta, sottile e lacunosa; a po' a po' s'allarga, s'ingrossa e raggiunge il suo massimo sviluppo circa all'estremità posteriore della vescicola spermatica, dove viene ad occupare molta parte delle aree. Omisi di seguirla all'estremità posteriore dell'animale.

La musculatura in discorso è formata di sottili fibrille che si possono presentare isolate, od addossate l'una all'altra (V. tav. VII, fig. 6, 7 e 8). Dove la musculatura è più spessa, le fibrille si raccolgono in lamine strette, radiali all'asse del corpo e simili a quelle, che descriverò nella musculatura generale primaria dell'*Hexaptera.*

Dove questa musculatura secondaria è sottile, ovvio è il veder delle fibrille isolate, od aggruppate a due, a tre, e più. Quivi s'incontra, a modo d'esempio, un paio di fibrille parallele ed in un piano, le quali dopo un certo decorso divergono ad angolo acuto, e cadauna ben presto incontra un altro gruppo di due, o più fibrille e vi s'unisce e decorre con esse parallele. Altre simili disposizioni non sono rare.

Ma singolarissima è la striatura trasversale di queste fibrille (V. tav. VII, fig. 6, 7 e 8); relativamente a quella dei nastri, le strie sono a tratti piuttosto lontani l'uno dall'altro; e, precisando, piccoli tratti non striati alternano con tratti che portano due, o tre, o più strie molto avvicinate le une alle altre. A fresco ed in pezzi preparati coll'acido osmico, si può vedere che la striatura forma una sporgenza sulla fibra; questo fatto risulta chiaro appunto per la rarezza della striatura.

Dov'è questa musculatura, manca l'endotelio peritoneale. Qua e là però troviamo dei nuclei molto allungati che stanno paralleli alle fibre e son paragonabili ai nuclei della musculatura primaria generale, qua sopra descritti.

Cotali nuclei non voglionsi confondere con certe cellule quadrangolari, allungate ed a nucleo grande, le quali si rilevano osservando di fronte la musculatura nelle regioni, ov'è lacunosa, e che al mio parere sono vere cellule peritoneali (V. tav. VII, fig. 6, *ep*).

§ 3. *Musculatura speciale della testa.* (V. tav. III, fig. 1, 2, 5 — tav. VI, fig. 10).

Questa muscolatura è molto complessa e, se fosse prezzo dell'opera, si potrebbe dedicarvi moltissime pagine. Io però lascio di buon grado questa noia ad altri e mi limito ad una assai compendiosa delineazione dei muscoli principali, quali li ho trovati nella *Bipunctata* e dell'*Hexaptera*; mi permetterò di dar loro dei nomi che bastino già quasi da per sè stessi ad indicarne la disposizione generale.

Per questo studio giova trattar delle *Bipunctatae* mature, o quasi, ed ancor vivide, con qualche goccia di acido acetico od osmico. L'*Hexaptera* si presta per dissezioni, quando sia conservata in alcool, dopo il preliminare trattamento con un liquido conservatore.

La seguente dissezione riesce molto vantaggiosa. Si colloca l'animale in modo che ci mostri la sua faccia ventrale e cautamente premendo cogli aghi sulla parte posterior-inferiore della testa, in direzione dall'alto al basso e dall'indietro all'avanti, si riesce a staccar via una parte ventrale-anteriore, che è una massa carnosa. Esamineremo partitamente questa parte carnosa ed il resto del capo; se ci troveremo davanti a punti oscuri, ci aiuteremo coi tagli su varie direzioni.

La musculatura della testa dell'*Hexaptera* è quasi affatto uguale a quella della *Bipunctata*, e però posso darne una descrizione comune.

In questa mia esposizione parto dalla faccia dorsale e man mano m'approfondo fino alla faccia ventrale.

I nastri dorsali del tronco giunti al collo (V. tav. III, fig. 1) si dividono in due capi: l'uno *esterno* [1] maggiore che obliquando di repente va alle parti dorso-laterali della testa; l'altro *interno* molto minore, che prosegue dall'indietro all'avanti, tenendosi perciò

[1] Esterno ed interno sono usati in questi ed altri capitoli (dietro esempî autorevoli) per indicare le parti lontane e vicine al piano verticale-mediano-longitudinale del corpo.

accosto alla linea mediana. Una lamella piuttosto rigida ed anista separa l'un dall'altro questi capi interni; i quali continuansi fin sotto le parti posteriori del cervello.

Lo spazio lasciato dal divaricamento dei due capi in menzione, vien occupato da due considerevoli muscoli piatti e larghi, superficiale l'uno e profondo l'altro.

Il superficiale, muscolo pari, ch'io denomino *obliquo superficiale del collo e della testa* (V. tav. III, fig. 1 e 2, *obs*), copre in parte il capo esterno del nastro dorsale, si porta obliquamente verso la linea mediana e si fonde col capo interno; ha foggia di triangolo appiattito e la sua inserzione posteriore (base del triangolo) è obliqua dall'esterno all'interno e dall'avanti all'indietro; l'inserzione anteriore (press'a poco l'angolo opposto alla base) è sotto l'estremità posteriore del cervello; dal lato interno, prima è contiguo col capo interno del nastro dorsale, poi si fonde insieme. La fusione accade poco indietro del livello degli occhi. Il muscolo *gemino*, che ne risulta, è molto corto e piuttosto grosso ed abbastanza uniforme di larghezza; la quale all' incirca uguaglia la metà della distanza, che corre tra gli occhi e la linea mediana. Su tagli trasversali di *Hexaptera* si vedon questi muscoli disposti in lamelle, quali descrissi sui nastri muscolari della medesima specie, cioè senza traccia di figure a penne d'uccello (V. tav. II, fig. 22).

La lamella di sostegno mediana verticale dorsale, già di sopra accennata (press'a poco a cominciare dal livello degli occhi fino all'estremità anteriore dei gemini) profondamente, si sdoppia, ed una lamella secondaria va a fare involucro totale, o quasi, ad un gemino e l'altro all'altro.

Come già si menzionò sotto all'obliquo superficiale, havvi un altro muscolo (V. tav. III, fig. 1, *obpe*) (*obliquo profondo del collo e della testa*), il quale va alle parti posteriori laterali della testa: qui muta direzione, cioè invece di tener un decorso anteriore-esterno, lo tiene anteriore-interno. L'inserzione di questo muscolo al collo (*o inserzione posteriore*) è molto complicata: sovra due linee, che fanno tra loro angolo acuto, e precisando, esso s'attacca, profondamente, sulla linea mediana, ad una lamella di sostegno, che è prolungamento diretto di quella che divide i gemini l'uno dall'altro, e s'estende circa dall'estremo interno dell'inserzione posteriore dell'obliquo superficiale fin là dove comincia il gemino. L'altra linea d' inserzione è obliqua leggermente ascendente e s'estende dall' estremo posteriore della prima linea d' inserzione fino all'area laterale, presso l'estremità posteriore della testa. L'*inserzione anteriore* ossia alla testa, è sovra le parti laterali di quest'essa, verso la metà di sua lunghezza; ed è una linea piuttosto estesa.

Questo muscolo ricopre in parte il capo esterno del nastro dorsale. Quando è ancora al collo, siccome l'obliquo superficiale non gli giunge fino al margine esterno, così in piccola parte resta immediatamente al disotto dell'epidermide, ossia invece che profondo, è superficiale. Esso fa sporgenza nel celoma, specialmente al collo. Alla testa vien ricoperto dal prepuzio.

Dalla lamella di sostegno mediano-dorsale-verticale, già più volte accennata, vicino all'estremità posteriore dell'obliquo profondo, parte un sottil fascio di fibre trasversali lunghissime (*lungo trasverso*) le quali vanno all'estremità anteriore delle aree laterali. Questo muscolo è molto profondo verso la sua inserzione interna, dov'è

ricoperto dai muscoli obliqui, e dal capo interno del nastro dorsale. Verso la sua inserzione esterna diventa per contro affatto superficiale.

Dalla parte anteriore dei margini esterni del muscolo gemino, partono due lunghi muscoli (uno per lato); corrono in direzione obliqua, antero-esterna, e vanno a terminare alla porzione anteriore della spranga laterale della testa. Son molte profondi e si possono denominare *obliqui anteriori della testa* (V. tav. III, fig. 1, *oba*). Posteriormente a questi, ancora dal margine esterno dei gemini e verso il loro punto d'origine, nascono due altri muscoli simili agli obliqui anteriori, a cui decorrono press'a poco paralleli; si denominano *obliqui posteriori della testa* (V. tav. III, fig. 1 e 2, *obp*).

Sotto al ganglio sopraesofageo, davanti all'inserzione anteriore dei gemini, sta un muscolo piatto e pari ch'io denomino *espanso subcerebrale;* si compone di fasci posteriori, medî ed anteriori che partono da una lamella di sostegno mediano-verticale-ventrale e si dirigono tutti quanti alle parti laterali della testa.

Una musculatura con disposizione simile si trova anche all'estremità anteriore della testa (*espanso preorale*).

I muscoli fin qui menzionati di solito restano aderenti alla testa, quando se ne distacca via quella massa carnosa inferior-anteriore, di cui sopra ho parlato. Resta di delinear i muscoli di questa massa.

In essa, il *grande complesso laterale* (pari) (V. tav. III, fig. 5 — tav. VI, fig. 10, *clg*) è il più considerevole. Visto di fronte ha figura di triangolo, alcun poco irregolare. Il lato posteriore (base) è curvilineo ed obliquo dall' interno all'esterno e dall'avanti all'indietro. Il lato esterno corrisponde quasi alla spranga laterale della testa. L'interno è curvilineo, obliquo dall' indietro all'avanti e dall'interno all'esterno. Il muscolo grande complesso laterale di destra tocca quello di sinistra sulla linea mediana.

In ciascuno di essi distinguo le parti infrascritte, procedendo al solito dalla superficie dorsale verso la ventrale:

1° tre sottili fasci, obliqui dall' avanti all' indietro e dall' interno all' esterno e perciò quasi paralleli alla spranga laterale; sono separati l'uno dall'altro per spazî piuttosto ampî e percorrono un tratto uguale a quasi tutta la lunghezza della spranga;

2° una grossa lamina ampia quanto lo è il muscolo, risultante di fascicoli che vanno dalla base del triangolo all'angolo ad essa opposto;

3° uno strato parimenti ampio quanto lo è il muscolo; consta di fibre press'a poco parallele alla base del triangolo e perciò più lunghe, più ci avviciniamo a questa base;

Col muscolo in discorso, sono congiunti anche molteplici e complicati fascicoli che stanno alla base dell' inserzione degli uncini.

Anteriormente ai grandi complessi è collocato un altro muscolo pari, ch' io denomino *piccolo trasverso* (V. tav. III, fig. 5, *clp*).

Vi distinguo due fasci principali, l'uno posteriore (più grosso e più lungo) e l'altro anteriore. Le fibre hanno in amendue decorso quasi parallelo dall'avanti all'indietro e dall'esterno all'interno. Una parte di esse si confondono con quelle degli espansi e del grande complesso laterale.

Circa nella parte centrale della faccia ventrale della testa, al didietro dello sbocco del vestibolo nell'esofago, si trova un muscolo impari (*complesso mediano*)

(V. tav III, fig. 5, *clm* — tav. VI, fig. 2, 3, 10, *clm* e 17) a massimo diametro trasversale; è press'a poco in forma d'arco a concavità anteriore; è però alquanto variabile a seconda che sia o no in contrazione; ha le due estremità assottigliate; è schiacciato nel senso dorso-ventrale; vien ricoperto lateralmente da una porzione (anteriore) dei complessi laterali; nella parte di mezzo è immediatamente sotto-epidermoidale. Tali rapporti variano alquanto, secondo che i tre complessi sono in contrazione, od in riposo. Questo muscolo ha un proprio involucro anisto; con una soluzione acquosa d'acido nitrico (al 50 %) si può facilmente isolare per intero da tutti gli altri muscoli della testa. Le sue fibre sono in svariatissime e complicatissime direzioni.

Al suo margine posteriore, che, per quanto ho poc'anzi menzionato, è convesso; nel bel suo mezzo prende attacco un legamento (V. fig. cit. *clml*), ch'è fatto di sostanza amorfa tempestata di nuclei; in direzione verticale e tenendosi sottoepidermoidale, questo legamento discende al collo, dove dividesi in due rami, che si perdono sotto la faccia profonda del prepuzio.

E così ho compiuta l'enumerazione dei muscoli proprî del capo; muscoli assai numerosi e complessi e che spiegano appieno i molteplici movimenti possibili a questa sezione del corpo (V. il capitolo sovra il tubo digerente).

Non voglio pretermettere due altre piccole osservazioni; l'una è che esistono varietà di questa musculatura proprie alle varie specie, e così, per accennar un esempio, nella *Lyra* manca l'obliquo superficiale. La seconda osservazione è questa: vicino agli occhi, alla lor parte posteriore, vi è un piccolo spazio, dove la musculatura è mancante e l'epidermide resta perciò in diretto rapporto col celoma cefalico; questo spazio è forse importante per la respirazione, come si dirà in appresso.

Soggiungerò qualche parola intorno alla fina tessitura di questi muscoli del capo.

In molti la striatura è tale, che la sostanza oscura occupa dei tratti molto più estesi di quelli della sostanza chiara.

Colle dilacerazioni si possono isolare lamelle strette, le quali qua e là presentano ai loro margini qualche nucleo ovoidale. In parecchi muscoli invece delle lamelle si ottengono fascicoli a sezione trasversale, circolare o poligonale, di svariate grossezze, e tenuti assieme da materia amorfa cospersa di nuclei.

§ 4. *Prepuzio* (V. tav. I, fig. 16, *pr* — tav. III, fig. 10, *pr*).

Come appendice alla musculatura speciale della testa, faccio seguire lo studio di un apparecchio annesso alla testa stessa e fornito di musculatura propria; e questo è la cappa degli autori, ovvero, secondo la denominazione ch'io preferisco, il prepuzio.

In effetto è una ripiegatura, che la involge, come fa il nostro prepuzio col glande; anche questa ripiegatura va fornita di un orificio capace d'un allargamento tale da permettere l'uscita della testa. Anche in questo prepuzio si distingue una *superficie esterna* continuantesi con quella del corpo dell'animale, ed *una interna* a contatto colla testa (come quella interna del prepuzio, è a contatto col glande); vi si distingue ancora un *margine libero* (che delimita l'orificio) ed un *fondo ceco*. Questo prepuzio infine possiede un *frenulo*, che ne attacca i tre quarti posteriori della parte mediana-dorsale-longitudinale con la sottostante parte della testa.

Per formarcene un'idea, egli è opportuno ripetere una preparazione, che dianzi

additai a proposito dei muscoli: distaccarne cioè, dalla testa la massa carnosa inferior-anteriore; il prepuzio resta unito al tronco e si può agevolmente esaminare. A completarne le ricerche è necessario ancora studiare delle specie grosse leggermente colorite con ematossilina, ed infine far molte sezioni in vario senso.

Comincio a dire il decorso del fondo ceco. Esso segue il tragitto di una linea che cominci all'incirca nel punto d'unione del terzo medio col terzo posteriore della testa e di qui si diriga indietro verso l'estremità posterior-laterale destra della testa stessa; dove quando è giunta, pieghi dal lato ventrale e seguendo una direzione trasversale venga ad incontrar sul mezzo della superficie ventrale una linea simile, che ha tenuto, cioè, il medesimo decorso, ma dirigendosi sul lato sinistro, invece che sul destro.

Il fondo ceco descrive perciò una circonferenza attorno alla testa; una metà di questa circonferenza è dorsale-anteriore, l'altra è ventrale-posteriore.

L'orificio del prepuzio si presenta più, o meno, ampio, a seconda dello stato di contrazione, in cui si trova la testa; quando l'animale non afferra, la testa è allungata e stretta, e l'orificio è assai piccolo, ventral-mediano-anteriore (e precisamente in corrispondenza allo sbocco della cavità boccale nell'esofago); diventa invece assai esteso nel caso opposto.

Osservazioni sovra Chetognati interi m'aveano indotto a credere che, invece d'un fondo ceco, alle parti laterali-dorsali della testa esistesse una comunicazione col celoma. Le sezioni però m'obbligarono a recedere da questa credenza.

Nello spessore del prepuzio giacciono i seguenti organi: una parte delle commissure, l'ottico e gli occhi, il nervo della corona cigliata; il prepuzio porta una parte della corona cigliata. Il cervello e la fossetta retrocerebrale si trovano immediatamente in corrispondenza al frenulo; ond'è che si potrebbero essi pure ritener compresi, o portati dal prepuzio.

L'integumento, sovra una linea trasversale a livello dell'estremità posteriore del cervello (e quindi press'a poco ai confini del prepuzio) è capace d'una piegatura; a norma che questa piegatura si fa, o si disfà, le parti retrocerebrali assumono forme utili a conoscersi per interpretar le sezioni della testa (V. tav. VIII, fig. 3). Quando la piegatura è fatta, tra la parte anteriore dorsale del capo e la posteriore havvi, a così dire, un salto; cioè il cervello col prepuzio fa un rialzo; la fossetta retrocerebrale, a seconda che la piega è più o meno completa, può trovarsi sul piano verticale che congiunge il piano anteriore (più alto) col posteriore (più basso), ovvero ancora può venir interamente coperta dalla piega, per modo che vista dal dorso sembra coperta dalla parte posteriore del cervello,

Vengo all'esame istiologico dell'apparecchio in discorso. Esso risulta: 1° di una pagina esterna, fatta di epidermide non modificata, la quale è tempestata, come nel resto del corpo, da prominenze tattili; 2° di una pagina interna, di epitelio semplice con cellule tendenti alla forma cubica. L'orlo dell'orificio sulle parti laterali della testa è adornato di numerose papille (V. tav. V, fig. 3 — tav. VIII, fig. 3), circa dodici per ogni lato, varie di grandezza e di forma e fatte di cellule cilindriche. Il fondo ceco è tappezzato da cellule mucipare (V. tav. IV, fig. 7 — tav. VI, fig. 4, 5 e 6 — tav. VIII, fig. 9); sono in un solo strato, alte, talvolta granose e talvolta

granellose, facilmente isolabili, a contorni forti, con nucleo vicino all'estremità basilare. Immediatamente sotto questo strato havvi una sottil membranella anista (basale). Tra queste cellule e le cubiche dello strato interno del prepuzio v' è uno spazio, in cui non vidi elementi cellulari, sibbene soltanto una membranella anista che è la continuazione di quella or ora detta.

È probabile che il celoma cefalico formi uno stretto diverticolo (V. tav. IV, fig. 7) nello spessore del prepuzio; ciò per lo manco ho riscontrato sui tagli in regioni laterali al cervello. Non possedendo però la cavità, ch' io ho riscontrato nel prepuzio, un endotelio, non si può sventare il dubbio che questo diverticolo sia artificiale. Avvertasi però che endotelio non ho veduto neppure nel celoma cefalico.

Tra gli strati or ora descritti, oltre questi diverticoli del celoma, esiste anche uno strato muscolare; è sottile e fatto di fibre circolari parallele all'orlo libero del prepuzio. Le quali non formano però un cerchio compiuto per tutto il prepuzio; infatti patiscono un' interruzione nelle parti dorsali, tra e sugli occhi e sotto alla parte anteriore del cervello; invece sotto alla parte posteriore di questo si trova l'unico fascio che continua senza interrompimento neppure alla linea mediana; è questo fascio, che produce la piega trasversale retrocerebrale più addietro menzionata. Sulla parte mediana ventrale invece tutte le fibre si continuano senza interruzioni.

Posteriormente, dal lato ventrale, questo strato muscolare del prepuzio si confonde con un altro di fibre trasversali, che stanno nello spazio (area) lasciato dal divaricamento dei due nastri ventrali.

I rapporti dello strato in discorso coi già detti diverticoli del celoma non mi sono ben chiari.

Colle dilacerazioni si vede che questa musculatura propria del prepuzio è una lamella a fibre sottili, qua e là sparsa di nuclei; se queste sian veramente proprie delle fibre, ovvero, se appartengano invece ad uno dei due strati epiteliali del prepuzio, od anche rappresentino endotelio modificato del celoma, io non lo so. Non è malagevole isolare delle fibre lunghissime; è lecito supporre che abbiavene di quelle che percorrono tutta la periferia del prepuzio. La striatura di tutte queste fibre è simile a quella che ho detta speciale dell' *Enflata* e della *Lyra*, nella musculatura generale primaria.

Questo prepuzio esiste in tutte le specie, e per quel ch' io ho veduto, una è la sua forma salvochè nella *Claparèdi*; in questa, due papille del prepuzio, cioè una destra ed una sinistra, sono trasformate in clave nerastre (V. tav. I, fig. 1, *cl*), relativamente molto lunghe e fatte di cellule cubiche pimmentate [1] in nero con rivestimento esterno amorfo (cuticulare). Fu detto da Claparède e da Hertwig che queste clave sono retrattili; a me non capitò mai di confermare questo fatto, non ostante vi abbia fissato l'attenzione molte e molte volte; io sono persuaso che i citati autori siansi ingannati ed abbiano attribuito a retrattilità delle clave il loro sporger più o meno; lo che invece si spiega, o coi movimenti del prepuzio, o con un casuale smozzamento delle clave stesse.

Resta di considerare la funzione del prepuzio. Quest' apparecchio completa il

[1] I granuli di pimmento ponno esser in vivace movimento.

vestibolo boccale e fors' anche serve come organo respiratorio; ma sull'una e sull'altra funzione tornerò in un prossimo capitolo, quando avremo conosciuto altri fatti indispensabili per ben intenderle.

§ 5. *Organo intramuscolare* (V. tav. VI, fig. 2, 3 e 17 — tav. VIII, fig. 4).

Chiuderò l'argomento della musculatura, pigliando nota di un singolarissimo organo intramuscolare. Esso è dentro l' involucro chitinoide del complesso mediano. Questo muscolo, siccome dissi, ha forma d' arco concavo anteriormente; in un suo seno, sotto al punto di massima concavità dell' arco, riposa un corpicciolo ovale, appiattito nel senso dorso-ventrale, fatto di cellule nucleate piuttosto piccole ed a contorni più o meno decisi; esso è coperto di fibre musculari da ogni lato, eccetto il dorsale e l'anteriore, dov' è separato dall' esofago per l' involucro chitinoide del muscolo. Questo involucro e la musculatura lo separano dalla commessura nervosa boccale. Ho riscontrato l' organo in discorso in tutte le specie, eccetto la *Claparèdi*; più voluminose sono le specie, più compare grosso.

Per quanto indagassi non riuscii ad intenderne la significazione fisiologica e morfologica. Posso congetturare soltanto che si tratti di un organo o nascente o rudimentale, e perciò di una pietra, forse preziosa agli occhi del morfologo.

Note Storiche.

Hertwig, basandosi, su ricerche che a me sembrano incomplete e sopratutto confondendo la musculatura secondaria con la primaria, abilmente estese ai Chetognati una bella teoria meccanica già da lui adottata per spiegar la musculatura dei Celenterati. Secondo quest'autore, la musculatura generale primaria sarebbe un semplice foglietto regolarissimamente pieghettato; la pieghettatura, com'egli la descrive, sarebbe perfettamente uguale a quella che si darebbe ad un foglio di carta per farne un ventaglio; *die Lamelle stärker wachsend sich in Falten gelegt und Blätter hervorgerufen hat;* nella descrizione della musculatura ho cennato dei fatti che non sono punto conformi a questa idea ed il lettore può vederli da sè senza bisogno ch' io ci spenda molte parole; basti menzionare la disposizione delle lamelle, nell' *Hexaptera*, e quella delle lamelle, dove la musculatura dei nastri è più sottile, nelle specie piccole. La musculatura secondaria delle aree laterali è del tutto separata e diversa della primaria e non può perciò assumersi con Hertwig, siccome parte dei nastri in cui lo strato muscolare sia molto sottile e perciò in una lamella semplice non pieghettata.

Passiamo oltre: Hertwig non si fermò punto sulla striatura. Dei muscoli della testa accennò, come Krohn, appena una parte ed imperfettamente.

Nello studio del prepuzio gli passarono inavvertiti le cellule mucipare, le papille che ne adornano l'orlo libero, i rapporti col celoma e tant'altre minuzie.

Asserisce invece che la porzione lateral-ventrale del prepuzio è rinforzata da materia amorfa simile a quella delle pinne; ciò che io non ho confermato.

Infine nè da Hertwig, nè da altri, venne osservato l'organo intramuscolare.

Capitolo III.

Parte I. *Sistema nervoso* (V. tav. IX, fig. 6).

In tutte le specie, nella parte mediana longitudinale della faccia dorsale del capo ed in vicinanza alla sua estremità anteriore, si trova il ganglio sopraesofageo, o cervello; è poco vario di forma nelle varie specie, ma è di volume proporzionale direttamente al volume dell'animale. Nell'*Hexaptera* adulta può esser lungo più di $^1/_4$ di mmt. (V. tav. IV, fig. 1, 2, 3, 4, 5 e 6 — tav. VIII, fig. 3, *gc*).

Veduto di fronte (nell'*Hexaptera*) ad un dipresso ha figura d'un pentagono; anteriormente corrisponde un lato del pentagono che si può chiamar *anteriore*; posteriormente un angolo, e ben gli sta l'appellativo di *posteriore*. Possiamo denominar gli altri lati *medî* e *posteriori*; gli altri angoli *anteriori* e *medî*. I detti cinque lati formano il *perimetro* del ganglio.

Questo è schiacciato nel senso dorso-ventrale; perciò vi si possono distinguere due *faccie*, una *dorsale* ed una *ventrale*.

La faccia dorsale è coperta da una lamella anista (di sostegno), da uno straterello nervoso incompleto e finalmente d'epidermide stratificata.

La faccia ventrale è per gran parte in rapporto col celoma, da cui resta divisa per mezzo d'uno strato musculare sottile, fatto posteriormente da fibre del prepuzio ed anteriormente dall'espanso subcerebrale.

Dal cervello partono i seguenti nervi, tutti pari, ch'io enumero dall'avanti all'indietro:

1° Un grosso nervo anteriore, che va a formare il ganglio vestibolare; esso procede dall'angolo anteriore (*nac*) [1].

2° Due piccoli nervi diretti al prepuzio; talvolta non ho potuto vederne che uno; essi originano sul lato medio (*ne''''*).

3° Un grosso nervo commisurale, che dipartesi dall'angolo medio e va a formar commissura col ganglio addominale (*cma*).

4° Due nervi piuttosto grossi, molto avvicinati l'uno all'altro; originan press'a poco nel terzo medio del lato posteriore; l'esterno è l'ottico (*no*), l'interno il coronale (*nc*).

Discendiamo allo studio della costruttura propria al ganglio in discorso (V. tav. IV, fig. 1). Vi distinguo una sostanza cellulare ed una fibrosa-punteggiata; questa si può suddistinguere in due parti, l'una fibrosa-punteggiata propriamente detta e l'altra semplicemente punteggiata (V. tav. IV, fig. 1, *sof* e *sop*).

La parte cellulare sta alla faccia dorsale ed al perimetro del cervello; sulla faccia ventrale s'incontrano soltanto poche cellule, press'a poco in corrispondenza alle parti laterali d'una linea trasversale, ideabile circa a metà della lunghezza del cervello. Al perimetro le cellule abbondano; specialmente dietro ai nervi commisurali, all'angolo posteriore ed al lato anteriore; a quest'ultima parte, in alcune specie (*Hexaptera*, *Bipunctata*) le cellule sono raccolte in un globetto tondeggiante, tra i due nervi anteriori.

[1] Le lettere citate senza le corrispondenti figure riguardano la tav. IX, fig. 6.

Nella faccia dorsale le cellule son copiose, salvo che alla parte mediana subito dietro la metà anteriore della lunghezza del cervello; qui esse diventano rarissime.

La sostanza fibrosa-punteggiata in complesso sta più profonda della cellulare; la fibrosa-punteggiata propriamente detta è collocata, quasi esclusivamente nella metà anteriore del cervello; in quella posteriore sta invece la punteggiata.

Si disse che il nervo anteriore dipartesi dall' angolo anteriore; quest'è l'origine apparente; realmente di qui esso penetra nello spessore del cervello, attraversa lo strato cellulare senza diminuire di volume; le sue fibre in parte si connettono con le analoghe dell'altro lato (*connettivo trasversale-anteriore*); in parte vanno dall'avanti all' indietro e dall' interno all'esterno, per unirsi coi nervi commisurali (*connettivo-laterale-anteriore*); le restanti si disciolgono in sostanza punteggiata che trovasi commista specialmente al connettivo trasversale-anteriore.

Così è che i due nervi anteriori nel loro decorso dentro il cervello formano gran parte (anteriore) della sostanza fibrosa-punteggiata propriamente detta.

I nervi commissurali attraversano la sostanza cellulare del cervello e dividonsi in tre fasci: uno *anteriore*, che fa il già detto connettivo *laterale-anteriore*; uno *medio* che fa un connettivo *trasversale-posteriore* con l' analogo fascio dall'altro lato; uno *posteriore* che si ripiega indietro e molto verosimilmente, in parte almeno, fa connettivo col nervo ottico. Il connettivo trasversale-posteriore è collocato circa a metà lunghezza del cervello, precisamente dietro al connettivo trasversale-anteriore; gli sta commista sostanza punteggiata. Tanto il connettivo trasversale-anteriore che il trasversale-posteriore non hanno direzione trasversale, ma sono alquanto curvi a concavità anteriore. Il connettivo trasversale-posteriore è sottile relativamente all'anteriore ed alla sostanza punteggiata, che gli sta dietro; invece attorno ad esso corrisponde un'abbondanza di cellule già di sopra menzionata, cioè dire le cellulle s' estendono anche sulle parti laterali del suo lato ventrale.

Dietro al connettivo trasversale-posteriore, l' ho detto or ora, sta la sostanza punteggiata in un globo; antero-lateralmente a questa si distaccano i nervi ottici; postero-lateralmente i coronali; tanto questi, che quelli traversano la sostanza cellulare ed escono dal cervello, punto mutando di grossezza.

E qual'è l'intima struttura di queste sostanze cellulare, fibrosa-punteggiata e punteggiata?

I granuli della sostanza punteggiata (V. tav. IV, fig 5) sono un po'irregolari; ve ne ha di piccolissimi e di grossicelli. Se si ammette che la sostanza punteggiata è un intricatissimo viluppo di fibre dividentesi e suddividentesi, egli si può affermare che i punti grossicelli sieno sezioni di fibre ancor grosse ed i minuti di fibre già minute.

La sostanza fibrosa è fatta di fibre di varia grossezza di cui ne vidi una (nel connettivo trasversale-posteriore?) quasi gigantesca (V. tav. IV, fig. 2, 3 e 4; le fibre gigantesche sono segnate in rosso). Ma per queste fibre troverò miglior opportunità di discorso, tra poco.

Il volume delle cellule è molteplice; ve ne ha di grandi, di medie e di piccole, confuse assieme, senz'ordine decifrabile.

Il protoplasma abbonda nelle cellule grandi; scarseggia nelle piccole, anzi le più piccole son quasi ridotte al nucleo. La forma è ovoidale nelle più piccole;

irregolarmente poligonale nelle più grosse. Specialmente le più grosse alle volte sono così irregolari da indurre nel sospetto che diano parecchi prolungamenti; però colle dilacerazioni ho isolato molte cellule e tutte possedevano un unico prolungamento, il quale per la sua direzione verso il centro del ganglio si può denominar centrale.

Tra le singole cellule, tra i singoli gruppi di cellule, tra la sostanza cellulare e la fibrosa-punteggiata e finalmente attorno a tutto il ganglio, s' incontra una sorta di tessuto connettivo fibrillare tempestato di nuclei oblunghi (i quali però non trovai in quello tra singole cellule e tra gruppi di cellule); questo connettivo fibrillare fa da invoglio del ganglio, o gangliolemma e da nevroglia. È per questa nevroglia che le cellule isolate, o vedute in cervello fresco, sembrano incapsulate e la capsula può sembrar stratificata. Nevroglia e gangliolemma sono appena accennati nelle specie piccole; sono invece molto sviluppati nelle grosse (V. tav. IV, fig. 2, 3, 4 e 5).

Sulle sezioni trasversali del gangliolemma, che è uno strato piuttosto grosso, si notano lacune più o meno ampie; parecchie osservazioni a fresco mi rendono verosimile che esse non siano artificiali, ma esistano naturalmente, benchè forse un po' più anguste di quel che appaiano sui tagli.

Questo tessuto fibrillare continuasi anche sui nervi, che procedono dal cervello.

Pongo fine allo studio del cervello, accennando il metodo da me seguìto per studiarvi il decorso dei nervi; è un metodo primitivo, cioè una longanime osservazione a fresco con, o senza l'aggiunta d'acido acetico, od osmico. Anche il metodo di macerazione degli Hertwig riesce utile a questo scopo, se si ha la cura di limitare a brevissimo tempo l'immersione nella soluzione osmica-acetica.

Ho già notato che dal cervello dipartonsi due nervi commisurali pel ganglio addominale; essi obliquano per modo che raggiungono la superficie ventrale a livello del collo; lungo questo tragitto nello spessore del prepuzio, sono involti da nevrilemma fibrillare, cosparso di nuclei e non danno, nè ricevono rami di sorta.

Giunti alla superficie ventrale cominciano ad ingrossare; l' ingrossamento cresce, man mano si accostano al ganglio addominale. Lasciamo per un momento i nervi e fermiamoci sul ganglio (V. tav. III, fig. 3 — tav. IV, fig. 8, 9, 10, 11 e 12 — tav. IX, fig. 5).

Nelle specie grosse è collocato alla parte mediana-longitudinale della faccia ventrale del corpo; nelle piccole occupa tutta la larghezza della faccia ventrale. È più o meno vicino alla parte mediana-trasversale del tronco. La superficie del corpo in corrispondenza ad esso è gibbosa.

Anche questo ganglio è appiattito come il cervello nel senso dorso-ventrale.

La sua grandezza varia nelle varie specie; nell' *Hexaptera* può aver una lunghezza tripla di quella del cervello.

La sua forma varia pure alquanto nelle varie specie; d' ordinario è elittica, assai allungata; è ovata a polo ottuso posteriore nella *Lyra* ecc.

Per chiarezza di descrizione si può in qualche modo distinguervi due superficie o faccie (una dorsale ed una ventrale); e quattro margini (due laterali paralleli e lunghi; un terzo anteriore ed un quarto posteriore, corti e pur paralleli l' uno all'altro).

La faccia ventrale è coperta di epidermide più o meno stratificata, a seconda

della specie che si toglie ad osservare. Alla faccia dorsale i suoi rapporti non sono costanti; interponendosi, o no, tra esso ed il celoma uno strato musculare, che può esser più o meno grosso, più o meno esteso (V. tav. IV, fig. 12).

Da questo ganglio originano molti nervi, di cui un paio anteriore, uno simile posteriore e numerose paia laterali; tutti questi nervi sono appiattiti nel senso dorso-ventrale. Il paio anteriore (che è quello commissurale, che, cioè, porta le commissure dirette al cervello e che è già stato da me in addietro accennato) ed il paio posteriore sono soggetti a leggere variazioni, che a mio credere, meritano di esser raccontate.

Cominciamo colla *Magna* (V. tav. XII, fig. 4): esaminiamo il tronco commissurale, che, ripeto, già in parte ci è noto. Al margine anteriore del ganglio, un poco discosto dalla linea mediana, tanto a destra quanto a sinistra, nasce questo nervo considerevole, che subito, dopochè staccasi dal ganglio manda dal suo lato interno, ad angolo acuto, una branca (branca mediana). La quale cammina all'interno e vicinissimo alla linea mediana; mantenendo questa posizione, si avanza verso il capo, ramificandosi ed assottigliandosi; fin dove giunga, lo ignoro. Torno ai tronchi primitivi; si allontanano dal ganglio, divergendo l'uno dall'altro e prestissimo ciascuno di essi dà un'altra branca piuttosto grossa, al suo lato esterno; questa branca fa angolo acuto col suo tronco e si porta verso le aree laterali.

I tronchi man mano, che procedono in avanti, danno altre branche; queste dipartonsi, a gran preferenza, ancora dal margine esterno del tronco e ad angolo acuto. Così è che i tronchi vanno assottigliandosi fino a livello del collo; sul decorso di qui al cervello, invece, non mutano grossezza.

Passiamo ai tronchi posteriori della stessa *Magna*. Dal lato posteriore del ganglio, dipartonsi due tronchi più grossi degli anteriori, con cui però hanno perfetta simiglianza nel primo tratto del loro decorso. Anch'essi danno le branche mediane, le quali decorrono sulla linea mediana; queste branche più si portano indietro, più si assottigliano, finchè scompaiono in vicinanza dell'ano. Anche i tronchi posteriori danno rami a gran preferenza, sul loro margine esterno.

Nella *Lyra* (V. tav. IX, fig. 5). questi tronchi sono affatto simili a quelli della *Magna*; gli anteriori invece nascono addossati l'uno all'altro e dopo brevissimo tragitto, si scostano lievissimamente e poi decorrono paralleli ed allato della linea mediana, fino all'estremità anteriore del tronco; dove si piegano repentinamente e passano al prepuzio, che raggiungono, come in tutte le specie, press' a poco alle parti laterali-posteriori della testa.

I tronchi anteriori nell' *Hexaptera* sono addossati l'uno all'altro, nel primissimo tratto del loro decorso; tantosto però divergono, portandosi verso il confine del nastro musculare ventrale coll'area laterale. Quando son giunti molto vicini a questo confine, invece di continuar a divergere, diventano paralleli; non toccano però mai l'area laterale.

Disposizioni simili a quelle dell' *Hexaptera* esistono eziandio nella *Bipunctata* e nella *Serratodentata*.

Nell' *Hexaptèra* si trovano, come nella *Magna*, le branche mediane. Non ho potuto confermarle in alcun' altra specie.

Passiamo ai nervi, che dipartonsi dai margini laterali del ganglio. Nell' *Hexaptera* sono numerosi; per ogni lato se ne contano circa dodici piuttosto grossi; frammezzo a questi ve ne sono altri ancora, però molto sottili.

Nella *Magna* e nella *Lyra* ne trovai un numero molto minore; i due tronchi laterali-posteriori nascono addossati ai due tronchi posteriori, e sono molto grossi; si portano alla linea di congiunzione delle aree laterali colla musculatura primaria dorsale; continuano press'a poco su questa linea fino all' estremità posteriore della pinna media. Al loro ulteriore decorso, tornerò più sotto.

Ora invece occupiamoci dell'intima struttura del ganglio addominale (V. tav. IV, fig. 8, 9, 10, 11 e 12).

Un po' più del terzo mediano longitudinale del ganglio è di sostanza fibrosa-punteggiata, di sostanza cellulare il resto, ossia le parti esterne; la sostanza cellulare verso la superficie ventrale si spinge più vicino alla linea mediana che non faccia verso la dorsale; aumenta perciò la sua estensione e diminuisce quella della fibrosa-punteggiata; la quale viene ad avere nel suo assieme una sezione trasversale press'a poco di figura trapezica, il cui lato parallelo minore resta ventrale.

Qualche rara cellula si trova perduta qua e là sovra tutta la superficie ventrale del ganglio; ma sulla linea mediana-longitudinale di questa superficie, s' incontrano numerosi gruppi, quasi rosette composte di parecchie cellule. In talune specie si potrebbe parlar invece che di rosette, di una sottile *colonna mediana* ventrale, qua e là interrotta.

In complesso si può ammettere che l'ordine delle sostanze cellulare e della fibrosa-punteggiata ricorda quella del ganglio sopraesofageo. Infatti le cellule mancano alla faccia dorsale (profonda) del ganglio ed abbondano specialmente ai margini laterali.

Anche nel ganglio addominale le cellule sono di varia grandezza (V. tav. V, fig. 12, 13 e 14) e si possono distinguere in maggiori e minori; nè le maggiori nè le minori sono tutte delle stesse dimensioni; le maggiori sono in numero molto inferiore alle minori. Stanno collocate proprio al margine laterale del ganglio; dall'asse mediano-longitudinale esse sono più lontane che le cellule minori; qualche maggiore si trova però anche sulla parte posteriore della colonna mediana.

Le cellule possiedono una nevroglia fibrillare sparsa qua e là di nuclei piccoli ed ovoidali; essa può limitarsi a singole cellule (maggiori), oppure essere estesa a gruppi di cellule (maggiori, ovvero minori, ovvero anche maggiori e minori).

Le cellule d'amendue le grandezze per quanto ho verificato danno come nel cervello un prolungamento unico; il quale dirigesi verso la sostanza fibrosa-punteggiata, ossia verso il centro del ganglio.

Nelle cellule maggiori il nucleo è ovale, quasi centrale; il protoplasma copioso è collocato in modo da impartir alle cellule differenti foggie; non sono molto rare le lobate, che, superficialmente osservando, parrebbero multipolari.

Nelle minori il nucleo è ovale e grosso; il protoplasma scarsissimo e concentrato quasi esclusivamente al polo opposto a quello, donde si diparte il prolungamento cellulare.

Le differenze di grandezza delle cellule sono tanto più forti, quanto più voluminosa è la specie di cui si esamina il ganglio. Nelle specie minime le cellule sono tutte minute e tutte d' una grandezza.

La sostanza fibrosa-punteggiata è simile a quella del cervello e consta di fibre longitudinali e trasversali frammiste a sostanza punteggiata; qua e là sui tagli si scopre qualche cellula piccola (nervosa?). È in questa sostanza fibrosa-punteggiata che, ripetendosi quel che già vedemmo sul cervello, ha origine reale per lo manco una gran parte dei nervi; i laterali attraversano la sostanza cellulare e ne escono apparentemente senza mutar volume.

Osservando il ganglio in discorso ed i suoi tronchi, su individui tra la vita e la morte, restiamo colpiti da un sistema di *fibre giganti*, che meritano qualche minutezza di descrizione (V. tav. IX, fig. 1).

Il loro studio non è guari facile, imperciocchè esse non compaiono chiare sui pezzi conservati, altrimenti che col metodo di Kleinenberg; col qual metodo pure d'ordinario subiscono delle retrazioni. Per farcene un concetto adequato, è d'uopo combinarvi le osservazioni a fresco. Queste si fanno con vantaggio sulla *Bipunctata* e sulla *Serratodentata*.

Io non posso darne un'intera descrizione; e ciò per parecchi motivi. Primieramente perchè la lor numerosità è grande e le direzioni e le anastomosi loro sono complicatissime; in secondo luogo perchè non tutte, nè in tutto il loro decorso, hanno dimensioni gigantesche e, quando non sono tali, cessano di esser evidenti; finalmente perchè si danno differenze individuali, le quali, al mio parere, non possono attribuirsi a traumi subìti dall'animale, o nell'atto del pescarlo, od in quello di prepararlo per l'osservazione microscopica. Qui è bene che dica, qualmente per molto tempo abbia cercato su individui in apparenza sanissimi, disposizioni, numero e dimensioni di queste fibre; ma per quanta diligenza v'adoperassi, non ho mai potuto combinare una figura completa, che trovasse riscontro in un certo numero di individui; talvolta ebbi anzi a notare evidentissime asimmetrie bilaterali. Quel che non posso decidere, gli è se cotali differenze individuali siano congenite od acquisite; cioè dire se rappresentino o no, ferite, o contusioni riparate.

Le infrascritte fibre son costanti forse in tutti gli individui di tutte le specie.

In ciascuno dei quattro tronchi maggiori del ganglio addominale e, cioè, nei due nervi anteriori e nei due posteriori son presenti due fibre giganti; esse accedono alla sostanza fibrosa-punteggiata del ganglio. Una volta addentratesi d'ordinario compaiono più sottili e sempre più assottigliandosi si avvicinano alla linea mediana; dove si anastomizzano in questo modo: l'esterna-anteriore d'un lato con l'esterna-anteriore dell'altro; l'interna-anteriore con l'interna-anteriore: ciò si ripete analogamente per le posteriori. Con questo loro abboccarsi, le anteriori fanno due anse a concavità anteriore; due a concavità posteriore quelle posteriori.

L'ansa dell'interna-anteriore resta anteriore rispetto a quella dell'esterna-anteriore; l'ansa dell'interna-posteriore resta posteriore rispetto a quella dell'esterna-posteriore.

Le anse anteriori son collocate press' a poco nel quarto anteriore della sostanza fibrosa-punteggiata; le posteriori nel quarto posteriore.

Due fibre giganti mediane-longitudinali percorrono la sostanza fibrosa-punteggiata longitudinalmente, parallele tra loro e poco discoste dalla linea mediana; sembra che esse finiscano anteriormente abboccandosi con le interne-anteriori e

posteriormente con le interne-posteriori: ben inteso quella d'un lato s'abboccherebbe con le interne-anteriore e posteriore del medesimo lato. Ciò accadrebbe al di qua ed al di là della linea mediana, quando già quest'ultime fibre hanno descritto gran parte dell'ansa.

Prima di arrivare ad esse, le mediane-longitudinali incontrano le esterne-anteriori e posteriori; in molti esemplari mi parve evidente un' anastomosi anche con queste ; ancor qui le fibre d' un lato con le esterne del lato medesimo.

Oltre alle fin qui descritte, si notano nella sostanza fibrosa-punteggiata parecchie fibre trasversali.

In taluni individui, in uno dei primi nervi laterali, per es., di destra e sul simmetrico di sinistra, si riscontra una fibra gigante. L'una e l'altra entrano nella sostanza fibrosa-punteggiata e s'anatomizzano sulla linea mediana ; formando un'ansa simile alle già descritte per le fibre dei tronchi anteriori e posteriori, ma più vicina alla parte mediana-trasversale del ganglio.

Simile fibra si ripete in uno degli ultimi nervi d' un lato ed in quello simmetrico dell'altro lato ; del pari questa e quella s' anastomizzano, formando pure un' ansa simile.

Frequenti volte nella sostanza fibrosa-punteggiata, che sta tra la sostanza cellulare e le fibre mediane-longitudinali d' ambo i lati, v' ha un'altra fibra longitudinale parallela, di calibro minore ; le fibre longitudinali vengono perciò ad essere in numero di quattro. In *Serratodentatae* oltre a queste quattro, ne vidi una quinta ed una sesta parallele e vicine alle due di calibro minore; talvolta ne trovai anche una settima perfettamente mediana, ch' era anch' essa parallela alle altre sei.

La distribuzione periferica di tutte le fibre giganti fin qui delineate, come pure la loro struttura e significazione fisiologica, avranno luogo più conveniente innanzi, quando parlerò del sistema nervoso periferico.

Qui invece porrò fine alla descrizione del ganglio, accennando che un tessuto fibrillare simile all'intercellulare della sostanza cellulare s' immette tra questa e la fibrosa-punteggiata, formando per tal modo uno strato divisore; in ultimo un tessuto simile avvolge anche il ganglio formando una sorte di gangliolemma paragonabile a quello che ho descritto nel cervello ; anch' esso è invaso da lacune che sono più o meno ampie, che forse sui tagli compaiono esagerate (per difetto di metodi di preparazione) e che infine nelle specie più piccole si trovano appena accennate, oppure mancano del tutto.

Ho fin qui fatto conoscere i due gangli maggiori; mi resta di parlare di altri, che stanno attorno alla bocca; e sono quattro, due vestibolari e due periesofagei.

Comincio dai vestibolari (*laterali* di Krohn) (*gv*).

Essi si trovano nelle pareti del vestibolo. Qualmente ebbi a notare più indietro, dagli angoli anteriori del ganglio sopraesofageo distaccansi due nervi (cerebrali anteriori) ; dapprima essi restano paralleli e poco discosti l'uno dall'altro ; in seguito divergono in modo che volgono verso i denti anteriori ; piegandosi ad angolo, passano dalla superficie dorsale alla ventrale ; entrano in mezzo ai muscoli e dopo breve tragitto si rigonfiano in gangli ; così si formano i gangli vestibolari, i quali vengono a trovarsi press' a poco al disotto ed all' esterno del ganglio sopraesofageo,

da cui però restano divisi e per il celoma e per la musculatura. Hanno forma in qualche modo semilunare, a concavità rivolta verso la bocca; riuniti assieme, hanno volume non minore di quello del cervello. Come ho già menzionato, sono intermuscolari; da una parte però sporgono alquanto nel celoma cefalico. Constano di sostanza in parte fibrosa-punteggiata ed in parte cellulare. Questa sta alla corteccia del ganglio ed abbonda specialmente alla sua faccia convessa; le cellule sono di varia grandezza, non raggiungono però mai quella delle cellule maggiori per me descritte nel ganglio addominale.

Sulla sezione trasversale la sostanza fibrosa-punteggiata è circolare; sta in diretta continuazione coi nervi cerebrali anteriori. I tagli di questa sostanza ci discoprono delle fibre giganti di calibro medio.

Anteriormente ed esteriormente al ganglio vestibolare, evvi un altro ganglio minuscolo; che si può considerare un lobetto accessorio del vestibolare, perchè non mi pare interamente separato da questo; ha foggia irregolarmente ovale (*gva*). È un bitorzoletto sessile, del nervo cerebrale anteriore; gli sorge al margine esterno, immediatamente prima che questo nervo si rigonfi nel ganglio vestibolare.

Press' a poco su una linea trasversale alla testa e tangente l' estremità anteriore di questo bitorzoletto, il nervo cerebrale anteriore dà verso la linea mediana una grossa branca, la quale dopo brevissimo tragitto s' ingrossa in un altro ganglio, più piccolo però del vestibolare; questo ganglio, pe' suoi rapporti coll'esofago, può denominarsi periesofageo (*gp*).

Superficialmente una parte di esso è coperta dai follicoli boccali vicini all'esofago e dall'epitelio colla relativa cuticola vestibolare; ed un'altra parte (verso la linea mediana) è a ridosso dell'estremità anteriore dell'esofago. Profondamente esso giace in un po' di fossicella lasciata dai muscoli.

Registro ora i rami che dipartonsi dai varî gangli, che termino di descrivere.

Sono numerosi tronchi e non è lieve impresa il seguirli, ad uno ad uno, dal punto di partenza fino alle loro terminazioni periferiche.

Combinando e ricombinando osservazioni a fresco, preparati per isolamento e sezioni di pezzi conservati coll' osmio, son riuscito ad accompagnarne parecchi; di altri però non ho potuto constatare più che l'origine.

Dal lato concavo del ganglio vestibolare, si parte un nervo; dopo breve tragitto, diventa sottoepidermidale e serve ad innervare probabilmente i follicoli vestibolari posteriori (*ne*).

Un altro nervo, grosso e molto lungo (*ne''*), origina dal lato convesso del ganglio e va, press'a poco trasversalmente, vicino al dente posteriore della serie posteriore (nella *Serratodentata*); qui giunto non si vede più, se si guarda l'animale a fresco dalla superficie ventrale; compare invece press' a poco nel medesimo punto alla superficie dorsale, dove si può vederlo discendere obliquamente, parallelo e vicino al margine laterale della testa, incrociare la commissura addominale ed arrivar all'estremità laterale-posteriore della testa; in tutto questo decorso, vicino alla superficie dorsale, è intramusculare, cioè dire, è sotto il prepuzio, nel muscolo grande complesso laterale. Arrivato, come si disse, all' estremità posterior-laterale della testa, verosimilmente diventa sottoepidermidale (lo che mi risulterebbe da tagli nell'*Hexaptera*).

Il cilindro ricurvo di sostanza fibrosa-punteggiata (che forma la parte centrale del ganglio vestibolare) si continua all'indietro in un grosso nervo; precisamente come all'avanti (questa cosa ho già toccato di sopra) si continua nel tronco cerebrale anteriore.

Cotale grosso nervo si avvicina a poco a poco alla linea mediana, passa sul muscolo complesso mediano, diventa sottoepidermoidale ed incontra l'omologo dell'altro lato; onde risulta una commissura proprio nel bel mezzo del muscolo (*commissura retroboccale o vestibolare*) (V. tav. V, fig. 11) (*cm*).

Dal punto commissurale dipartesi un nervo di grossezza molto varia nelle varie specie (in certe specie, non ricordo quali, mi parve doppio); questo nervo seguendo la linea mediana, raggiunge l'esofago, si piega ed entra nella sua parete; dove termini, non s'è potuto constatare.

Dal lobetto accessorio del ganglio vestibolare originano parecchi rami, al cui decorso non ebbi la fortuna di poter tener dietro.

Per ultimo, dal ganglio boccale si staccano due rami: l'uno probabilmente va ai follicoli boccali; l'altro, lungo e sottile, entra nelle pareti laterali dell'esofago (*nc'''*).

Intorno a quest'ultimo, ripiglierò il discorso in miglior luogo, trattando cioè, del sistema digerente, dove descriverò anche altri nervi, che percorrono l'intestino.

I nervi ed i gangli fin qui registrati son tutti quanti ravvolti in un nevro-gangliolemma fibrillare e sparso di nuclei ovoidali.

Or che ho descritto i gangli ed i loro tronchi nervosi primitivi, mi sia lecito passare allo studio delle diramazioni secondarie di questi tronchi (V. tav. II, fig. 24 — tav. V, fig. 16 e 17 — tav. VIII, fig. 8).

Preferisco cominciare con quelle dei nervi posteriori del ganglio addominale (V. tav. XII, fig. 13).

Ricordo che i nervi posteriori, dopochè si sono distaccati dal ganglio, immediatamente divergono l'uno dall'altro e che sono appiattiti nel senso dorso-ventrale. A misura che si allontanano dal loro punto d'emergenza, danno rami numerosi (ad angolo acuto e dalla parte del nervo, che guarda l'area laterale), e naturalmente vanno impicciolendosi. Un po' prima dell' estremità anteriore delle pinne medie, si risolvono in un gran numero di fascicoli di varia grossezza, che decorrono per un piccolo tratto, ancora avvicinati gli uni agli altri; d'ordinario i fascicoli maggiori stanno alla parte mediana, lateralmente invece i minori. Nè maggiori, nè minori decorrono paralleli, sibbene intrecciansi in diversissime guise, senza un'apparente regolarità; su pezzi esaminati di fronte, qua, a modo d'esempio, si può vedere un grosso tronco dividersi ad angolo acuto in due branche, ciascuna delle quali va a congiungersi col primo ramo, che incontra sulla sua direzione; là una branca subisce prestissimo questa congiunzione, mentre l'altra decorre indipendente per un buon tratto. Si può vedere due, o tre branche, grosse, o sottili, fondersi assieme per formare un nuovo tronco. Non mancano i rami trasversali ed obliqui, che fanno un ponte tra due longitudinali ecc.

Troppo mi dilungherei se volessi raccontare tutte le combinazioni possibili; riassumendo si può dire che il nervo si divide ad angolo acuto in tanti rami, i quali non decorrono regolarmente, ma formano una rete ad aree; queste aree per lo più sono allungate press'a poco nel senso della lunghezza del nervo, ma di foggia irregolare; i fili intrecciati a far la maglia sono di differentissime grossezze.

Con questo viluppo di rami comincia il plesso nervoso periferico.

A chiarirci ulteriormente su tale plesso, è bene seguire un nervo laterale del ganglio addominale per es. uno discendente dall'interno all'esterno e dall'avanti all'indietro; dopo un certo tragitto si espande, sbrancandosi ad angolo acuto, in rami relativamente grossi; questi dopo breve tratto si dividono similmente in ramuscoli; i quali ben presto irregolarmente s'anastomizzano tra loro e di nuovo si suddividono, sempre ad angolo acuto. Insomma i ramuscoli s'allontanano l'uno dall'altro e poi si accostano e poi di nuovo si allontanano, alternando anastomosi e suddivisioni. Accade perciò qualcosa di simile a quel che ho detto pel tronco posteriore; soltanto che la rete formata dai rami e ramuscoli è in complesso a maglie molte più ampie.

Questa rete sta sul prolungamento diretto della linea di tragitto che tiene il nervo prima di dividersi.

Questa rete tenendo l'or detta direzione, naturalmente non tarda a raggiungere l'area laterale; qui s'incontra con una rete simile fatta da un ramo partitosi dal tronco addominale posteriore, prima che si sciogliesse nella rete dianzi descritta.

Incontratesi le due reti, ne formano una comune; ossia i ramuscoli dei due nervi ripetono insieme quel curioso dividersi e anastomizzarsi che prima avean fatto separatamente.

Ho parlato sempre di divisioni e di anastomosi; devo aggiungere che su buone preparazioni si vede che certe anastomosi e certe divisioni sono apparenti, in quantochè si tratta di rami, che scavalcano altri, toccandoli nel punto di scavalcamento.

È notevole che già in qualunque delle descritte reti (o plessi che si voglian dire) s'incontrano diramazioni tenuissime, lo che rende probabile che da qualunque punto possono direttamente partire dei troncolini terminali.

Man mano che ci allontaniamo dai tronchi nervosi, più sottili troviamo i rami che formano la rete. Essa però continua a riboccare di una irregolarità somma, per anastomosi e suddivisioni molteplici, apparenti e reali.

I nervi e le reti, che questi formano, stanno sempre immediatamente sotto l'epidermide.

I fatti fin qui esposti non sono speciali pei nervi nominati, ma si ripetono per tutti. Da onde nasce che, ovunque giri il guardo, sotto l'epidermide del Chetognato, si trova una rete complicatissima e fitta; qua a fili per la maggior parte grossicelli, colà a fili per la maggior parte medî, altrove a fili minutissimi.

È una rete mirabile; e non posso passarmi con silenzio di alcune forme di intrecci offerte dai ramuscoli finissimi.

Due di essi possono avvicinarsi l'uno all'altro, toccarsi in un punto (apparentemente almeno) senza confondersi e poi riallontanarsi; nel punto di contatto s'interpone sostanza, che in certi preparati fatti coll'osmio compare finamente granellosa. Questa falsa anastomosi può aver luogo con la seguente modalità: nel punto di contatto dei due ramuscoli uno di essi può biforcarsi e così è che a questo punto vengono due ramuscoli e se ne dipartono tre.

Altre volte il contatto tra due rami invece di esser un punto, è una linea e sembra anche più intimo, cioè dire sembra che i due ramuscoli in questa linea si fondano assieme per poi ridividersi. Altre volte si tratta di semplici

incrociamenti di ramuscoli (sotto angolo retto, o no) con uno, ovvero due altri, simili, o più grossi.

Son caratteristici anche certi ramoscelli molto lunghi, che incrociano perpendicolarmente parecchi rami e alla fine si biforcano ad angolo acuto.

Qua e là, in tutte le reti finora menzionate, si trovano intercalate delle cellule ganglionari isolate, per lo più grandi, ciascuna delle quali è centro di parecchi rami, o ramuscoli.

Hertwig avrebbe scortò molte celluline nervose, nelle reti descritte e specialmente nel plesso nervoso più periferico.

Io m'avvenni a piccoli rigonfiamenti, quali son descritti da Hertwig, nei punti di anastomosi, o di divisioni dei ramuscoli (su preparati in osmio, od in oro); non ho potuto però vedervi dei nuclei e perciò non posso concedere a tali rigonfiamenti il valore di cellule.

Circa al proposito della struttura dei nervi, son degni di menzione i fatti che sieguono.

Già nella preparazione a fresco, rami nervosi anche piuttosto grossi possono apparir in diverso modo; certuni omogenei, quasi che il lor contenuto fosse acquoso; cert'altri invece, meno trasparenti e striati longitudinalmente, quasi si componessero appena d'alcune fibrille relativamente grosse; non di rado accade che in un ramo nervoso una parte abbia quello ed un'altra quest'aspetto.

L'oro e l'osmio fissano i medesimi fatti, cioè in certi punti, i nervi compaiono fibrosi ed in altri trasparenti, quasi canalicoli pieni di liquido.

Parlando dell'epidermide si è già toccata questa cosa e si tentò anzi di darne una spiegazione. Al capitolo sull'epidermide rimando perciò il cortese lettore.

Nei rami di terzo e quarto ordine, le striature accennanti alla lor composizione fibrosa sono scarsissime. I ramuscoli tenuissimi sembrano fatti di materia amorfa, senza striatura di sorta. Egli è patentissimo che alcuni di essi si biforcano.

I tronchi primitivi si presentano formati di fibrille difficilmente isolabili e la cui sezione trasversale è circolare e di vario diametro.

In essi esistono anche le fibre, che già denominai giganti (V. tav. VI, fig. 15); queste sono più grosse nelle specie più grandi e negli individui più adulti; nei neonati non ho potuto constatarle.

Sui tagli trasversali del ganglio addominale, esse compaiono come sezioni di tubi vuoti, a parete sottilissima ed anista.

Osservando di fronte dei nervi di *Spadella* conservata col metodo di Kleinenberg, si può trovare in queste fibre giganti un contenuto granelloso.

Qui nei nervi, a fresco, sono visibili molto meglio che nel ganglio addominale; allora non di rado lungo le fibre in discorso, si formano negli individui morti, o moribondi, dei gozzi, a contenuto apparentemente acquoso ed a contorno semplice, o molteplice; talvolta questi gozzi si staccano dalla fibra. Talvolta nella preparazione la fibra compare isolata, distaccata, cioè, per un certo tratto, dal nervo con cui decorrea ed allora assume l'aspetto di un nastrino ialino.

Le fibre giganti, nelle macerazioni fatte colle regole prescritte degli Hertwig, alle volte restano incolore; alle volte invece si colorano in nero uniforme, tranne che alla lor periferia, dove resta una linea chiara.

Tenute per alcuni minuti in acido osmico diluitissimo per lo più diventano varicose; lo che accade talvolta anche col semplice metterle in acqua di mare per qualche istante; oltre a ciò nell'osmio abbrunano e diventano granellose, non mai però fibrillari. Nell'oro infine diventano d'un violetto molto cupo.

Via via che si slontanano dai centri, si ramificano. Cotale fatto, meglio che altrove, si osserva alla faccia dorsale del collo e della testa, nella *Bipunctata* (V. tav. XII, fig. 15) e nella *Serratodentata;* qui si possono constatar con sicurezza ramificazioni ad angolo acuto, anche di primo e di secondo ordine; i rami secondarî son minori dei tronchi primitivi, ed i terziarî minori dei secondarî.

Adagiando sul dorso una *Bipunctata* ancora vivida ed osservandola ad un forte ingrandimento, si può acquistare la persuasione che ad una prominenza tattile laterale (circa la quarta che si conta andando dall'estremità anteriore del tronco verso la posteriore) viene un ramo che si è dipartito ad angolo acuto, direttamente da una fibra gigante primitiva.

Per questo fatto, al mio parere, si debbe affermare senza alcuna dubitazione che le fibre in discorso, sono di natura nervosa.

Ciò ammesso, io ardirei compendiare tuttociò che fin qui ho accennato, con le seguenti concise proposizioni.

Le fibre nervose primitive sono di svariatissima grossezza e persino gigantesche; esse sono a struttura amorfa e capaci di diramazioni ad angolo acuto. Per questi caratteri, le fibre in discorso s'accostano probabilmente a quelle dei Crostacei.

Per completare l'esposizione delle mie ricerche sul sistema nervoso dei Chetognati, soggiungerò alcuni altri fatti, a così dire, isolati.

Il primo riguarda il nevrilemma. I tronchi maggiori (e questa cosa ho già accennato altrove) possedono un nevrilemma del tutto simile al già descritto gangliolemma, fatto, cioè, di tessuto fibrillare sparso di nuclei ovoidali. Questo tessuto può presentar delle lacune; lacune alle volte si veggono sui tagli anche tra il nevrilemma e il fascio delle fibre nervose.

Attorno ai rami maggiori (su animali ancora viventi) si trova una zona chiara senza tessuto fibrillare e apparentemente occupata da liquido acquoso.

Anche i ramuscoli offrono zone simili, ma appena in certi preparati; quindi il dubbio che sieno artificiali, od almeno che naturalmente siano molto anguste.

Di tutto che dissi sul nevri-gangliolemma, egli è lecito desumere che attorno ai gangli ed ai nervi stanno delle lacune, che probabilmente sono riempiute di succhi nutritizî.

Un altro fatto, ch'io voglio accennare, riguarda le variazioni del plesso nervoso periferico; esso esiste nelle specie grosse, quale venne da me descritto; nelle medie è già ridotto e non ne vidi traccia nella *Draco*. In questa si possono osservare dei tronchi che staccansi dal ganglio addominale e vanno direttamente alle prominenze tattili dell'area laterale, senza subire divisioni, od anastomosi alcuna.

Un'ultima osservazione. Nei Chetognati io non ho trovato che nervi, o terminazioni sensitive alle prominenze tattili; a nervi, o terminazioni motrici, con mio stupore non m'avvenni mai, abbenchè, non dubitando esser questo argomento degnissimo di considerazione, mi ci fossi fermato con viva sollecitudine e sia riuscito ad ottenere

bellissimi preparati di nervi, e di terminazioni sensitive; io misi in opera svariati metodi, li rinnovai e mutai in parecchi modi, consumai un'enorme quantità di tempo, di oro e di osmio e d'altri reagenti, ma tutto invano! Dietro osservazioni fatte e reiterate, assevero che tutti i rami intermuscolari, ai quali ho potuto tener dietro vengono a finire in organi di senso.

Per tutte queste ragioni io avanzo il dubbio che nei Chetognati non esistano che nervi motori.

Dopo questi fatti e questa ipotesi, riescono interessanti le infrascritte esperienze.

I Chetognati privi d'uno, o di tutti i gangli, sopravvivono almeno parecchie ore e continuano a guizzare, come se nulla fosse loro accaduto; massime, dietro eccitazioni con stimoli tattili, o chimici, dopo averli lasciati in riposo per qualche tempo. Ad ogni stimolazione rispondono parecchi guizzi, onde l'animale si locomove per un bel tratto ed ordinatamente.

Note Storiche.

I ganglî dei Chetognati erano già noti ad un digrosso per gli studî di Krohn, Kowalevsky, Langerhans ed Hertwig; Langerhans descrisse la commissura retro-boccale; Hertwig non riuscì a confermarla; io ebbi miglior fortuna e scoprii anche un nervo che da essa si diparte. Hertwig diede una ottima ma succinta descrizione dei plessi periferici ch'egli studiò appena nell'*Hexaptera;* erroneamente però credette che giacessero tra gli strati dell' epidermide. Come del pari erroneamente distinse il sistema nervoso in mesodermico o motore (gangli esofagei e vestibolari) ed ectodermico o sensitivo. Kowalevsky descrisse nel ganglio dei canali che in realtà non esistono; le cavità ch'egli rilevò sui tagli trasversali sono dipendenti da fuoruscita di sostanza fibrosa-punteggiata, accaduta nell'allestire la preparazione.

L' istiologia dei nervi e dei gangli manca quasi interamente nella eccellente Monografia d'Hertwig; al quale sfuggirono le fibre giganti.

In questo mio capitolo sono nuovi anche molti altri particolari d'anatomia grossolana.

Parte II. *Organi di senso.*

Il Chetognato va munito di organi di senso molteplici e complicati. Ciò sono: 1° le prominenze tattili; 2° la corona cigliata; 3° i follicoli vestibolari; 4° gli occhi; 5° la fossetta retrocerebrale; 6° le fossette vestibolari. Io ne tratterò ad uno ad uno: comincio con le prominenze.

Prominenze tattili (V. tav. II, fig. 16 — tav. VI, fig. 1 — tav. VII, fig. 11, 12, 13, 15 e 16 — tav. VIII, fig. 11 e 12 — tav. IX, fig. 2 e 4). — Le terminazioni del plesso nervoso periferico (descritte nella prima parte del presente capitolo) stanno tutte nel dominio di numerosissimi organi molto complicati e disseminati uniformemente per tutta la superficie del corpo. Sono in forma di lievi, ma estese prominenze; d'onde sporgono dei peli, spiegati press'a poco a guisa di ventaglio.

La disposizione di queste prominenze seconda la simmetria bilaterale (V. tav. IX, fig. 2 e 4).

A chi guarda individui ancor giovani, o di specie piccola, egli può sembrare che

queste prominenze siano in linee parallele longitudinali e trasversali (o meglio anulari); così nella *Minima* si possono contare circa venti anelli trasversali, che in molti punti sono in sei linee longitudinali. Ma se si uccide l'animale e si fa un esame completo, se ne scoprono molti che nel vivente veggonsi difficilissimamente, e si acquista la persuasione che per lo più (contrariamente a quanto asseriscono Langerhans ed Hertwig) non si può parlar di veri anelli trasversali, o di vere linee longitudinali.

In qualche punto però le linee longitudinali possono essere abbastanza regolari ed è anzi possibile di numerarle; così per es. sono sedici alla metà anteriore del tronco nell'*Hexaptera* e nella *Bipunctata*.

L'irregolarità di disposizione reputata da Hertwig specifica dell'*Hexaptera* esiste tal quale nella *Bipunctata*.

Il numero assoluto di queste prominenze nelle specie grosse è maggiore che nelle piccole; invece nella *Bipunctata* e nella *Serratodentata* relativamente esse son più numerose di quel che nell' *Hexaptera*; cioè dire sovra superficie del corpo d'uguali dimensioni, sono assai più abbondanti in quelle che in questa. Di questa, la superficie del corpo non viene però ad essere meno sensitiva, perchè le sue prominenze sono di gran lunga più ampie.

A torto si asserì che nella *Claparèdi* siano molto scarse: per es. a livello del ganglio addominale, ne trovai sei serie sovra ciascun taglio trasversale.

Vero è però che in questa specie mancano dal lato ventrale in tutta la sezione caudale; esistono però su ambo le faccie delle tre pinne.

Per dar un'idea della numerosità delle prominenze riferirò che in un'*Hexaptera* adulta sovra la pinna impari ne contai trentacinque (press' a poco in quattro serie trasversali); nonostante che fosse un po' guasta e però verosimilmente ne avesse già perdute alcune.

Si trovano esse anche alla superficie dorsale del capo e sul prepuzio (lateralmente al ganglio sopraesofageo, al davanti degli occhi). Mancano soltanto alla superficie inferiore del capo, ossia nel vestibolo (di cui parlerò nel capitolo sul tubo digerente).

In animali punto gualciti, ho potuto constatare la presenza delle prominenze anche sui margini liberi delle pinne.

La lor estensione è molto varia e subisce variazioni, non soltanto con la specie e con l'età dell'animale, ma anche nelle singole regioni del corpo. Nella *Bipunctata*, a cagion d'esempio, sono di svariata grandezza nelle parti antero-laterali del tronco.

Sovra la parte anteriore del ganglio addominale, in tutte le specie, esistono due prominenze molto vaste.

Le più piccole, che m'abbia vedute, erano nella *Claparèdi*, alla sua pinna caudale.

Al capo, sovra pezzi conservati, se ne incontrano di quelle composte di circa quattro cellule; attente osservazioni provano che non sono prominenze intere, sibbene residui di prominenze stracciate via dall'epidermide con le manipolazioni, onde si è allestito il preparato.

Il perimetro degli organi in discorso non è di una sola forma ma può esser circolare, ovale, quadrilatero ecc. Nell'*Hexaptera* son communi le forme press'a poco a quattro lobi, quasi petali di un fiorellino (V. tav. VI, fig. 1).

Tutte le varietà fin qui enumerate non offendono mai la simmetria bilaterale; ed io le vidi ripetersi con costanza negli individui di una stessa specie.

Ho già detto che da queste prominenze parte una serie rettilinea di peli che si allontanano l'uno dall'altro, spiegandosi a guisa di ventaglio.

Attentamente osservando si rileva che la serie è doppia, fatta, cioè, da due linee di peli parallele e vicinissime l'una all'altra.

Questi peli, visti di fianco, per solito, sembrano un ciuffetto (V. tav. VII, fig. 16). La serie seconda un asse principale della prominenza: cioè, o quello che è trasversale rispetto all'animale, ovvero quello che è longitudinale. Così per via d'esempio, è disposta pel lungo nella *Serratodentata* e nella *Bipunctata*, almeno sulla parte anteriore del tronco nella linea mediana longitudinale; pel largo, nelle stesse specie, alle parti antero-laterali del tronco ecc.

I peli sono assai numerosi e forse nelle prominenze più ampie superano il centinaio; e son anche molto lunghi, più assai di quanto vennero fin qui figurati (V. tav. VII, fig. 15).

Sono tenui; attenuansi ancor più verso la punta. Stanno avvicinatissimi l'uno all'altro verso la base; sono alquanto scostati verso gli apici. I più esterni delle serie sono i più corti ed i mediani i più lunghi. In animale vivo ed integro sono piuttosto rigidi e diritti È vero che facilmente occorre di osservarli ripiegati sovra sè stessi verso la loro estremità libera; ciò però, nel mio parere, dipende da incipiente alterazione.

Infine essi si conservano con varî metodi; perdono però la loro rigidità e diventano granellosi.

Per sè stessi sono immobili; d'ordinario però si veggono tremolare, locchè accade passivamente.

Gli organi di senso in discorso venner da me chiamati prominenze, perchè in realtà sogliono far prominenza sulla superficie del corpo, stando collocati sull'epidermide (V. tav. VII, fig. 12 e 15); soltanto alcuni, nella *Claparèdi*, sono infossati dentro di essa ([1]).

La sezione di una prominenza perpendicolare alla serie dei peli è all'incirca triangolare; i tre lati del triangolo (base e due lati isosceli) sono molto lunghi; invece l'altezza è pochissima; dall'angolo opposto alla base sorgono i peli.

La forma complessiva della prominenza (V. tav. VII, fig. 12 e 15), in qualche modo, è paragonabile a quella di una cresta a base ampiissima; vi si possono distinguere *due faccie laterali ed un margine, od orlo,* che le unisce; questo margine nella parte mediana è leggerissimamente avvallato; è da questo avvallamento che spuntano fuori i peli. Le parti laterali del margine si possono dire *tratti di congiungimento* delle due faccie laterali.

Addentriamoci ora nelle minuzie istiologiche.

Dobbiamo studiare: 1° gli elementi sensitivi; 2° l'epidermide su cui riposano; 3° il nervo che vi accede.

Le dilacerazioni rischiarano il primo punto più delle sezioni; le quali per esser gli elementi minuti ed alterabili da un nonnulla e per altre ragioni ancora, riescono di pochissimo utile. Con le dilacerazioni si trovan oltre ai peli, dei bastoncini e delle

([1]) Ciò non accade però nella *Draco*; Hertwig asserì il contrario.

cellule di tre sorta, le quali per la loro posizione si possono denominare *centrali*, *intermedie* e *periferiche*.

Agli orli del lievissimo avvallamento (che ho descritto sulla parte mediana del margine della cresta) (V. tav. II, fig. 15 — tav. VII, fig. 12 e 13 — tav. VIII, fig. 12) vengono le estremità centrali dei bastoncini, i quali sono in due strati semplici; uno copre una faccia laterale della cresta e l'altro l'altra; i bastoncini di ciascun strato sono paralleli tra loro e connessi insieme da materia amorfa.

Sui tratti di congiungimento delle due faccie laterali i bastoncini mancano (sempre?).

Accade frequenti volte di vedere che le estremità periferiche dei bastoncini sono in rapporto intimo con cellule (le *periferiche* delle prominenze) in unico strato, quasi cubiche, minute, a protoplasma scarsissimo, senza contorno preciso ed addossate l'una all'altra (V. tav. VIII, fig. 12).

È verosimile che i bastoncini dipartansi da queste cellule. Alle estremità centrali essi sono ingrossati; nei preparati per isolamento i peli stanno aderenti a cotali estremità, sicchè parrebbero prolungamenti dei bastoncini; mi ribatte in questa opinione il non trovarli mai aderenti alle cellule centrali, di cui (bisogna dirlo) a prima giunta, sembrerebbero dipendenti.

Sotto ai bastoncini, all'interno delle cellule periferiche, stanno numerosissime cellule che si possono distinguere, com' ho già premesso, in intermedie (più abbondanti) e centrali (V. tav. II, fig. 15 — tav. VIII, fig. 11). Avvertasi però che siffatta distinzione in alcune specie e con parecchi metodi di preparazione non è evidente. Le differenze risaltano sopratutto nella *Bipunctata*.

Le cellule centrali possono essere collocate in due colonne regolari e parallele alla serie dei peli; se però le prominenze sono molto ampie, allora le cellule centrali sono in numero più grosso e tutt'insieme occupano uno spazio elittico, ad asse maggiore nel senso dell'avvallamento. Anche queste cellule stanno in unico strato. Sono un po' più grosse delle intermedie e delle periferiche; son globose o poliedriche; hanno contorni indistinti, il protoplasma scarso, meno però che nelle intermedie e nelle periferiche; il loro nucleo mi parve talvolta granelloso più che in tutte queste.

Le cellule intermedie sono del pari in un semplice strato; tendono alla forma cilindrica; quelle che attorniano le centrali sono più alte; diventano più basse, man mano che si accostano alla periferia. Queste cellule si vedono sui tagli, meglio che in qualunque altro modo; son disposte perpendicolarmente sull'epidermide sottostante; hanno nucleo allungato; il protoplasma è scarsissimo, quasi mancante; il contorno è indiscernibile. Queste cellule sono difficilmente isolabili; coll'osmio non abbrunano più delle centrali.

Il nucleo di queste e di quelle fornisce delle propaggini (V. tav. VIII, fig. 11, *A* e *B*); un nucleo solo ne può fornir perfino tre. Mi pare d'aver accertato che per mezzo di esse le cellule centrali si uniscono colle intermedie e con i ramuscoli nervosi; e che le intermedie si congiungono tra loro e colle periferiche.

La base delle prominenze è fatta d'epidermide (V. tav. VII, fig. 12); che può presentarsi un po' rilevata, cioè, fatta da un numero di strati maggiore del solito, senza modificazioni di struttura (es. all'estremità anteriore del tronco nella *Bipunctata*) ovvero modificata lievemente (per es. negli strati più superficiali essa è a cellule piccole, sotto alle due grandi prominenze del ganglio addominale dell' *Hexaptera*).

Altre volte l'epidermide non è punto alzata, può anzi essere avvallata; in questo caso però forma anche una specie di orlo, che copre la parte più periferica della prominenza (nelle *Claparèdi*). Si tenga in mente che questi fatti sono evidenti già nei neonati.

Attraverso l'epidermide basilare, passano i nervi delle prominenze. Lo studio dei nervi si fa comodamente nelle specie ad epidermide trasparente e molto grossa (*Draco* e *Bipunctata*); meglio nei luoghi ove questa grossezza è maggiore (V. tav. VII, fig. 11, 12 e 13). I risultamenti così conseguiti trovan conferma sui tagli trasversali.

Il ramuscolo, che si stacca dal plesso e va a finire alla prominenza, può aver svariata grossezza; bene spesso è più grosso di alcuni dei troncolini che compongono il plesso.

Le cellule ganglionari periferiche (di cui ho dato la descrizione nella parte prima del presente capitolo, discorrendo dei plessi) non hanno rapporti speciali con queste terminazioni.

La direzione del nervo nell'epidermide è soggetta a variare evidentemente a seconda del suo proprio punto d'origine; così per es. alle prominenze che stanno lateralmente e nel livello del ganglio addominale (nella *Draco*), i nervi giungono, attraversando perpendicolarmente, o quasi, l'epidermide; l'attraversano in direzione obliqua ascendente quelli per le prominenze laterali della parte anteriore del tronco ecc.

Talvolta vedesi un ramo grosso entrar nell'epidermide, biforcarsi ed un ramuscolo andar ad una prominenza, l'altro ad un'altra.

Vicino al collo, nelle *Bipunctatae* poco grosse, è facile veder di fronte alcune prominenze; un nervo viene sotto di esse; giunto vicino alle cellule cilindriche, si divide ad angolo acuto in due ramuscoli, che alla lor volta similmente si sbrancano; i minimi ramuscoli così nati stanno ad evidenza vicino e sotto le cellule centrali. Tal rara volta questi fatti sono osservabili in pezzi macerati colle regole degli Hertwig.

A certe prominenze viene più d'un ramo nervoso.

Nella *Bipunctata* il nervo intraepidermoidale mostra una sorta di guaina anista.

Gettiamo ora uno sguardo sintetico sulla struttura delle prominenze.

Abbiam un nervo, in cui i ramuscoli terminali vanno e finire in cellule (*centrali*) poliedriche-globose e relativamente ricche di protoplasma; queste cellule sono molto verosimilmente unite per un prolungamento ad altre che loro fanno corona (una parte delle *intermedie*) e queste alla lor volta ad altre similmente disposte (un'altra parte delle *intermedie*); e queste altre ad altre del pari situate (ancora una parte delle *intermedie*); questo congiungersi si ripete tanto che tutte le cellule intermedie restano unite tra loro; quelle di esse che toccano le *periferiche* probabilissimamente si congiungono con loro per mezzo di prolungamenti simili.

Queste cellule periferiche portano delle appendici lunghe, rigide, ossia bastoncini: i bastoncini finiscono ingrossati; a questa lor estremità ingrossata s'attaccano lunghi peli sensitivi.

Questi organi sono già sviluppati, quando l'animale abbandona l'uovo; il loro numero però è certamente inferiore a quel che si riscontra negli adulti.

Veduta la struttura, è da indagare la funzione di queste prominenze.

Le sperienze (fatte su *Hexapterae* vive ed integre) dimostrano a non dubitare che questi organi hanno una funzione almeno prevalentemente tattile.

Le pinne, e in specie l'impari, offrono buon terreno d'esplorazione; a toccarle, per lo più, l'animale, guizzando, rapidamente fugge via; qualche volta però non dà alcun indizio d'accorgersene, ancorchè lo stimolo non sia debole. Sembra che nel primo caso esso abbia impressionato le prominenze e nel secondo invece gli spazî ad esse interposti.

Per mettere in fuga l'animale, d'ordinario basta un lievissimo tocco in luogo convenevole; gli è curioso che tal fiata esso si volta indietro ed addenta la pinna, là dove gli è stata toccata. Quando la pinna è guasta, lo stimolo ad essa applicato non è seguito da reazione, ancorchè l'animale si mantenga vivace.

Sulle pinne medie, quando sono gualcite (ed è caso communissimo), si può agire con un ago per modo di far girar l'animale sovra il suo asse longitudinale, senza che scappi via; lo che però esso fa prontamente, se lo si palpa in località fornite di prominenze intatte.

Ordinariamente non reagisce che dieci o dodici volte; qualche rara volta m'accadde di vederlo reagire ancora, dopo un po' di riposo.

. Scuotendo l'acqua d'un vaso in cui stiano Chetognati sani che, com'hanno in abitudine, fanno il morto, essi riprendono subito i lor movimenti saettiformi.

Le prominenze fin qui descritte possono forse ragguagliarsi per la funzione a certi organi, di cui va fornita la più parte degli animali acquatici: cioè dire agli organi della linea laterale degli Annellidi, dei Pesci ecc.

Questi furono giudicati appartenenti ad un sesto senso da Knox e da Leydig; F. E. Schultze li giudicò adatti *zur Wahrnehmung von Massenbewegungen des Wassers gegen der Fischkörper*. Recentemente però Merkel li proclamò organi tattili; « *Die Sinneshaare der Nervenhügel durch alle Dinge ihren adäquaten Reiz empfangen, welche dieselben in Bewegung versetzen* ».

Le idee di Merkel collimano forse coi risultamenti delle mie sperienze nei Chetognati. Le quali a mio credere, dimostrano, come già si disse, che le prominenze hanno una funzione tattile. Se però traducano ancora altre impressioni, oltre quelle del tatto; se questo senso degli animali acquatici sia paragonabile al nostro, sono quistioni difficilissime e sulle quali io non oso pronunciarmi.

Corona cigliata (V. tav. I, fig. 1 e 15 — tav. II, fig. 16 — tav. V, fig. 18 — tav. VII, fig. 17 — tav. VIII, fig. 10 — tav. IX, fig. 2). — Volgo ora le indagini alla corona cigliata; che è un altro organo di senso e, al mio parere, è poco differente dalle prominenze.

Quest'organo impari, ch'io denomino corona, perchè sembra una corona, posata sulla superficie dell'epidermide, si trova alla faccia dorsale, dietro al ganglio sopraesofageo; in alcune specie è limitato al capo, in altre al collo, in altre, per ultimo, s'estende fino al ganglio addominale.

Preciso: nella *Claparèdi* è quasi limitato alla parte anteriore del tronco; nella *Draco* s'estende un po' più indietro. Nella *Bipunctata* comincia alla fossetta retrocerebrale e va fin quasi al ganglio addominale. Nella *Serratodentata* indietro s'estende all'incirca, come nella *Bipunctata;* anteriormente però s'arresta un po' prima di raggiungere la fossetta retrocerebrale. Nell'*Enflata* la corona partendo da questa fossetta si porta fino sul collo. Press'a poco uguale è l'estensione nella *Magna*; si prolunga un po' meno all'indietro nella *Lyra* ed un po' più nell'*Hexaptera.*

Una corona schiacciata nel senso laterale, ma in svariate guise, può dar l'idea della figura di quest'organo.

In tutte le specie da me studiate, fuori la *Claparèdi*, la distanza, che unisce l'estremità anteriore alla posteriore della corona, è più lunga di quella che ne unisce le estremità laterali; nelle *Claparèdi* accade l'opposto.

La forma varia colla specie ed alcun poco anche coi movimenti dell' animale. La corona nella *Bipunctata* e nella *Serratodentata* presenta degli ondeggiamenti, cioè a dire dei rientramenti e delle sporgenze; nella *Serratodentata*, al collo, si trova una sporgenza rilevante.

Nelle specie grandi la corona offre la forma del contorno di una pera, con la parte allargata posta all'indietro.

La larghezza propria della corona (voglio dire, lo spazio compreso tra il suo orlo esterno e l'interno) varia con la specie del Chetognato e può variare nelle diverse parti di una corona. Nella *Lyra* essa larghezza è relativamente più grande che nelle altre specie.

Nello spazio circoscritto della corona cigliata (o intercoronale, che si voglia dire) si trovan delle prominenze tattili.

Come dimostrano i tagli, lo strato più profondo della corona cigliata sta in un lieve avvallamento dell'epidermide; il resto ne sporge fuori.

Lo studio della struttura intima è oltremodo difficile per la piccolezza degli elementi, per il loro grandissimo numero ed infine per la difficoltà d'isolarli.

Col dilacerare si isolano delle porzioni di corona, più, o meno estese; è degno di nota che per lo più essa si divide in due parti e la linea di divisione è costantemente mediana e parallela ai due orli, che circoscrivono la corona stessa (il fatto spicca sopratutto nella *Claparèdi*), quasichè fosse composta di due coroncine apposte e concentriche l'una all'altra.

I tagli (V. tav. II, fig. 16 — tav. VIII, fig. 10) dimostrano che lungo questa linea mediana esiste un lieve avvallamento e sul fondo di quest'avvallamento sta forse ancora un lievissimo solco; su ciascuno dei due lati dell' avvallamento sta, se non m'inganno, una serie di bastoncini (V. tav. VII, fig. 17).

Le cellule son difficilmente isolabili; tendono alla forma cilindrica; si dispongono in modo che il loro asse maggiore appare come un raggio attorno all'avvallamento; giacciono tanto al fondo del solco, quanto sotto i supposti bastoncini.

Per lo manco una gran parte di esse è molto scarsa di protoplasma. È certo inoltre che in parte, o fors'anche, tutte mandano un prolungamento verso l'avvallamento.

Dai due margini del solco partono ciglia vibratili; esse sono sempre più corte dei peli tattili.

Non ho potuto stabilire se siano in rapporto coi bastoncini, ovvero colle cellule.

Nella *Claparèdi,* di fronte, si vede che le cellule, sotto all'avvallamento ed alla parte interna della corona, sono per gran parte grosse, a nucleo grosso e giallo; nella parte esterna sono piccole, a nucleo piccolo ed incoloro. V'è quando sembra di dover ammettere, anche nelle altre specie, una differenza tra le cellule interne e le esterne: cioè, le cellule interne tenderebbero alla forma globosa e sarebbero più ricche di protoplasma, laddove le esterne avrebbero forma cilindrica e possiederebbero una minor quantità di protoplasma.

Questi organi hanno nervi speciali, ch'io denomino coronali (V. tav. V, fig. 18 — tav. VIII, fig. 10); la loro origine nel cervello ed il loro decorrer nel prepuzio venner già segnalati nella prima parte del presente capitolo; almeno in una specie sono più grossi degli ottici (*Lyra*). Decorrono sottoepidermoidali, nello spazio circoscritto dalla corona; il destro innerva la metà destra della corona ed il sinistro, la metà sinistra. Danno ramuscoli ad angolo acuto e questi alle volte altri simili; tali ramificazioni, secondarie, o terziarie, raggiungono direttamente l'epidermide basilare della corona, la trapassano ed entrano nella corona; prima di entrarvi forse subiscono anastomosi e suddivisioni, onde si forma una rete subcoronale (ciò mi sembra evidente nella *Draco*).

I tronchi vanno attenuandosi, man mano che si portano verso il polo posteriore della corona. Mi pare che si esauriscano nell'innervare la corona.

Una volta sola mi fu dato di osservare (in una *Serratodentata*) un ramo che non andava alla corona. In una *Lyra* i due tronchi dei coronali (poco dopo la loro origine apparente dal cervello) eran congiunti assieme da una troncolino trasverso. Se questo fatto della *Lyra* e quello della *Serratodentata* compongono fatti isolati, o siano la regola, non ho potuto penetrare.

Le nozioni fin qui esposte sono imperfette, e, per tentarne una sintesi, converrebbe aggiungere molto di propria testa; lascerò perciò quest'esercizio al lettore, s'egli se ne piace; io mi limiterò a dire che, da quanto mi fu dato di rilevare, mi sembra emerga una certa rassomiglianza di struttura tra questi organi di senso e le prominenze tattili; e nel fatto, come queste, sono organi sopraepidermidali, hanno un solco mediano, cellule con prolungamenti, bastoncini superficiali e laterali al solco e peli in due serie ecc. Da questi indizî è forse lecito sospettare che anche le corone cigliate siano organi tattili.

Hertwig li giudicò olfattorî; a me però non riesce di credere che organi collocati come ho detto, possano servire all'assaggio dell' odor del cibo; nè so riferirli ad un assaggio dell'acqua (subordinato alla respirazione).

Hertwig crede che parli decisamente in favore d'una funzione specifica, il modo d'innervazione; io osservo però che dal cervello partono due altri tronchi (tra il cerebrale anteriore ed il commissurale), paragonabili ai coronali, ma che però sono (io credo) semplicemente destinati alle prominenze tattili del capo.

Occhi (V. tav. V, fig. 1, 2, 3, 4, 5 e 6 — tav. VI, fig. 8 — tav. VIII, fig. 3). — Sono due; collocati alla parte dorsal-laterale della testa, di dietro del cervello. Sono molto piccoli, ma la lor struttura è complicata. La picciolezza degli elementi rende anche questo organo difficile a studiarsi. È bene notare che per questa bisogna giova molto l'occhio dell'*Hexaptera* e sono di gran momento le osservazioni a fresco.

Quest'occhio è una sfera appiattita nel senso dorso-ventrale, sicchè il diametro dorso-ventrale è inferiore al trasversale, il quale è press' a poco uguale all' antero-posteriore (eccezione fatta della *Serratodentata*. V. più avanti).

Per agevolare la mia esposizione distinguo nell' occhio (V. tav. V, fig. 1) due parti: una centrale (nucleo) ed una corticale; quella è pimmentata, questa no.

Quella ha forma sferoidale e sta press'a poco nel centro; il suo diametro dorso-ventrale coincide quasi per lunghezza e posizione coll'omonimo dell'occhio; anche l'antero-

posteriore ed il trasversale coincidono per posizione con gli omonimi, ma sono molto più corti. Il nucleo pertanto tocca quasi la superficie dell'occhio dal lato dorsale e dal ventrale; laddove ne resta molto lontano in ogni altra parte.

A questo nucleo con facilità si può togliere il pimmento (per es. con alcool leggermente acidulato d'acido cloridrico); una volta distruttone il pimmento, vi si può veder comodamente un sepimento verticale, che ne seconda l'asse antero-posteriore ed un altro che è ad esso perpendicolare ed interno, vale a dire seconda la metà interna (che, cioè, guarda la linea mediana-longitudinale) dell'asse trasversale (V. tav. VI, fig. 8).

Ciascuno di questi due sepimenti (che negli occhi non scoloriti appaiono nero-bruni) sembra composto di due lamine aniste e parallele, cementate tra loro da materia amorfa e granellosa; là dove sono accoste alle superfici dello sferoide, queste lamine divergono alquanto l'una dall'altra, si ripiegano su di esse e subito scompaiono.

Per mezzo dei due sepimenti, il nucleo resta diviso in tre sezioni. Osservando l'occhio di fronte, una appare interna-anteriore, un'altra interna-posteriore ed una terza esterna; le due interne si presentano di solito uguali tra loro e più piccole dell'esterna. Nell'occhio ancor fornito del suo natural pimmento, le tre sezioni in una lor parte, e precisamente in quella più vicina ai sepimenti, sono giallastre; rosee nella più lontana; talvolta questa parte invece che rosea, è incolora.

Alla superficie di queste tre sezioni vi sono degli ammassi di corpi rifrangenti, che già di primo acchito si giudicano coni-bastoncini.

Per quanto sono venuto dicendo, una sezione ottica orizzontale del nucleo, in animale fresco, si può paragonare in qualche modo ad un circolo con un diametro (antero-posteriore) nero-bruno ed un raggio (perpendicolare interno al diametro) d'ugual colore; per queste tre aste, il circolo resta diviso in tre porzioni, press'a poco un semicerchio esterno, un quarto di circolo, anteriore-interno ed uno posteriore-interno; queste tre porzioni nella parte contigua al pimmento nero sono a granelli giallastri; nella parte discosta sono d'aspetto ialino, incolore o rosee.

I tre archi corrispondenti alle tre porzioni, in cui è diviso il circolo, portano i coni-bastoncini; vi sono perciò tre archi di coni-bastoncini; sui singoli archi essi hanno direzione speciale.

Attorno al nucleo, che è dunque pimmentato e coperto in una gran parte di coni-bastoncini, sta la corteccia (V. tav. V, fig. 1).

Essa è divisibile in tre porzioni corrispondenti e periferiche alle tre in cui è divisibile il nucleo; in ognuna di esse riposano due zone di cellule, l'una esterna e l'altra interna; l'interna è a ridosso dei coni-bastoncini e l'esterna è a ridosso dell'interna. Questa è fatta di cellule quasi cilindriche, a nucleo ovoidale e grosso, a protoplasma nettamente granelloso; quella è fatta di piccole cellule cubiche-cilindriche a nucleo ovoidale (piccolo in confronto col nucleo delle cellule interne) ed a protoplasma appena granelloso. Ciascuna zona, a quanto sembra, risulta di un unico strato.

Si imagini che i sepimenti del nucleo si prolunghino anche nella corteccia; i tre spazî ch'essi verrebbero ad occupare, in realtà sono empiti di cellule cilindriche simili ed in diretta continuazione con quelle delle zone esterne. Le tre zone interne restano quindi divise l'una dall'altra da un cuneo di cellule cubiche-cilindriche, simili a quelle che ho descritte nelle zone esterne.

Tutto l'occhio è ravvolto da una capsula anista, striata longitudinalmente e latitudinalmente.

Al di là di questa capsula, vi è una cavità, più ampia lateralmente che alla parte dorsale e ventrale; verosimilmente in natura è piena di un liquido che è in communicazione con quello del celoma cefalico, in vicinanza alla linea mediana. Sappiamo che la cavità in discorso è scavata nello spessore del prepuzio (Tav. V, fig. 2, *spp*).

Rimane di fare la descrizione dei nervi ottici; i quali già conosciamo in parte nel loro decorso dentro il cervello; qui sono coperti, specialmente alla parte dorsale, da cellule nervose; e, quando si osservano a fresco, hanno un aspetto granelloso, sicchè differiscono evidentemente da tutti gli altri nervi. Quando abbondano il cervello, ricevono un invoglio fibrillare sparso di numerosi nuclei ovoidali ed entrano nello spessore del prepuzio.

Tenendo un tragitto antero-posteriore ed un po' dall' interno all' esterno, raggiungono il polo anteriore dell' occhio.

Per seguir le diramazioni di questi nervi nessun metodo mi riuscì meglio dell'osservazione a fresco e di fronte, in *Hexapterae* (V. tav. V, fig. 3).

Prima di entrar nell'orecchio, subiscono uno strozzamento nel senso trasversale (e la guaina perde i nuclei); se a questo strozzamento corrisponda un allargarsi nel senso dorso-ventrale, non posso dirlo.

Quando il nervo è lì lì per entrare nell'occhio, si mostra diviso ad angolo acuto in due branche, l'una esterna, e l'altra interna.

L'esterna di solito nell'occhio compare più sottile e l'interna più grossa; talvolta invece sembrano uguali (forse ciò dipende dalla posizione dell'occhio nel preparato).

L' esterna, entrata nell'occhio, si sbranca subito in rami e questi in appresso si suddividono in ramuscoli. Questi rami e ramuscoli si trovan esclusivamente nella corteccia e quasi limitati alle zone interne.

Un ramo abbastanza considerevole segue d'appresso l'arco dei coni, ne raggiunge i posteriori, mantenendosi ancor grossetto; qui finisce spandendosi in un pennello di filamenti.

La branca interna, poco dopo la sua origine, come si vede nettamente in alcune fortunate contingenze, si divide in due altre, l'una delle quali va ad innervare la porzione superiore-interna delle cellule quasi cilindriche e l'altra ad innervare la porzione inferiore-interna. Esse subiscono del resto diramazioni paragonabili con quelle della branca esterna.

Colle dilacerazioni (V. tav. V, fig. 6) si può far qualche altro passo nella conoscenza di quest'occhio.

Si può vedere, cioè, che i coni-bastoncini sono in parte dritti ed in parte curvi; e non hanno tutti nè ugual forma, nè ugual grandezza. I più grandi si possono nettamente distinguere in due parti: una periferica ovoidale ed una centrale assottigliata; queste due parti però si continuano direttamente l'una nell'altra. L'estremità periferica alle volte mostra un prolungamento filiforme, che va evidentemente a mettersi in rapporto coi ramuscoli del nervo ottico.

Molti coni-bastoncini, quando sono isolati, appaiono più lunghi di quel che a fresco.

I coni-bastoncini possono esser rosei, od affatto incolori; ciò verificasi anche in individui vivi, senza sorprender mai l'atto del passare dall'una all'altra condizione.

Pare che le estremità interne degli elementi in discorso si fondano nelle tre porzioni rosee, od incolore, che descrissi nel nucleo e che a fresco hanno aspetto uguale a quello dei coni-bastoncini.

Tali porzioni vennero descritte da Hertwig, come sempre incolore e giudicate lenti cristalline. La posizione ch'esse tengono nell'occhio e la loro tinta, nel mio parere, vietano d'accettare questa interpretazione.

Ho fin qui parlato dell'occhio dell'*Hexaptera*. Devo aggiungere che la medesima struttura si ripete, ma con qualche modificazione, in tutte le specie.

Nelle specie piccole, mi sembra che non esista netta la distinzione delle cellule della corteccia in zone esterne ed interne.

Nella *Serratodentata* (V. tav. V, fig. 4) il diametro longitudinale dell' occhio predomina sul trasversale ed i coni-bastoncini sono raccolti in circa una dozzina di fasci, ciascuno di varia grossezza. Non sono andato oltre nell' intima conoscenza di questi occhi.

Nella *Claparèdi* (V. tav. V, fig. 5) il pimmento ha una disposizione differente, però anche qui regge il fatto fondamentale, che l' occhio è diviso in tre segmenti; la principale diversità sta in ciò che la sostanza rosea od incolora del nucleo non è ovunque coperta di coni-bastoncini, in modo che sulle sezioni ottiche orizzontali si osservano i tre archi di coni-bastoncini separati l'uno dall'altro, per spazî relativamente ampî. Alla periferia della sostanza rosea od incolora, nel tratto senza coni-bastoncini, che sta fra le loro porzioni interna-superiore ed interna-inferiore hanno principio due spazî; i quali si potrebbero giudicare canalicolari e pieni di liquido incoloro, diafano; uno per la sua posizione si può denominar obliquo ascendente, l'altro obliquo discendente. Essi stanno nella sostanza corticale dell'occhio; dopo un certo tragitto ciascuno si biforca ad angolo acuto; i due rami sono più sottili del tronco e si perdono nella periferia della sostanza corticale.

Queste curiose disposizioni, negli individui vivi o morti di fresco, sono costanti e chiarissime; invece io non sono riuscito a riscontrarle nettamente sovra pezzi conservati.

Si può pensare che questi spazî canalicolari siano adibiti alla circolazione dei succhi nutritizî.

Forse esistono in tutte le specie ed a me mancò l'abilità di constatarneli.

Sorvolando alle modalità specifiche qui registrate, la struttura dell'occhio si può riepilogar come segue:

Esso è composto di tre retinule a convessità rivolta verso l'esterno; esse sono in qualche modo tre segmenti di una sfera irregolare.

Ciascuna retinula è fatta (andando dalla superficie del segmento verso il centro) da uno strato a cellule probabilmente di sostegno; da un secondo a cellule sensorie le quali sono in rapporto da una parte colle fibre del nervo ottico, dall'altra coi coni-bastoncini. Questi formano il terzo strato della retinula: ad esso segue un quarto, in cui i coni-bastoncini si fondono insieme; poi un ultimo in cui sta del pimmento.

Una capsula anista accoglie le tre retinule; due tramezze aniste le tengon divise nella lor parte centrale [1].

Per quanto dissi, quest'occhio vuol considerarsi *composto* e vorrei aggiungere *sui generis*. Il suo pimmento può paragonarsi a quello coroidale dei Vertebrati per i suoi rapporti coi coni-bastoncini; l'estremità periferica dei coni è rivolta all'interno come nei Vertebrati; le retinule però sono convesse, come negli occhi degli Artropodi.

Qui non intendo discutere il modo di funzionare di questi organi; mi basta avvisare che la fisiologia degli occhi dei Chetognati dev'essere tutta speciale, imperciocchè io non vedo che vi si possa applicare la teoria ideata di G. Müller per gli occhi composti.

Follicoli vestibolari (V. tav. III, fig. 6 — tav. V, fig. 7 e 8 — tav. VIII, fig. 2). — Sono in due gruppi, uno a destra e l'altro a sinistra. In ciascuno di essi si numera circa una ventina di follicoli, che stanno collocati sopra un rialzo del vestibolo, dietro ai denti. Questo rialzo è a forma d' arco a convessità anteriore; un suo estremo arriva presso alla spranga laterale della testa, fra i tre quarti posteriori ed il quarto anteriore di sua lunghezza; l'altro è vicino allo sbocco della cavità boccale nell'esofago. A questi due estremi i follicoli sono in parecchie serie; quasi in un'unica, invece, sulla parte mediana dell'arco. Sporgono in parte dall' integumento circostante, su cui perciò compaiono come bitorzoletti. Sono di varia grandezza e più o meno, avvicinati l'uno all'altro; ve ne ha di quelli doppî.

Nei follicoli si può distinguere (V. tav. V, fig. 8) un corpo a forma di bulbo ed un breve canaletto alla sua sommità; il canaletto è cuticolare, sale dritto e si apre alla superficie libera; attraverso ad esso fuorescono parecchi peli, che sono rigidi, corti ed a punta ottusa.

Il corpo è fatto di cellule coniche con un prolungamento verso il canaletto; verosimilmente questo prolungamento finisce in un pelo sensitivo.

Cotali cellule hanno un nucleo allungato e son disposte tra loro, come le squamme d'un bulbo di giglio.

Un tessuto fibrillare, in cui non vidi che nuclei, forma una sorta di involucro a questo follicolo, manca però alla sua base; qui sulle sezioni trasversali si vede uno spazio chiaro e granelloso: verosimilmente di qui accede alle cellule coniche un troncolino nervoso (V. tav. V, fig. 7).

Alla periferia dei follicoli si trova l' epitelio generale del vestibolo ma un po' modificato, cioè dire, le cellule sono alte, assottigliate alla loro estremità interna ed a nucleo mediano.

La cuticola, che sta sull'epitelio del vestibolo, si continua non appena attorno ai follicoli, ma anche su di essi fino al canaletto cuticolare, il quale ne è però indipendente. E difatti nelle macerazioni di sovente accade che si stacchi in un pezzo la cuticola del vestibolo insieme a quella dei follicoli, e che restino invece aderenti ai follicoli i canaletti (V. tav. V, fig. 8).

I follicoli descritti esistono in tutte le specie (salvo la *Subtilis?*).

[1] Quando il Chetognato abbandona l'uovo, l' occhio è già sviluppato; di fronte, si vede una massa centrale di pimmento, alla cui periferia esiste uno strato di cellule, che danno un prolungamento verso il pimmento; i coni-bastoncini non sono ancora evidenti.

Nella *Claparèdi* il rialzo, su cui essi stanno, è ovoidale e relativamente ampio.

Alla parte lateral-media del vestibolo, qua e colà (nell'*Hexaptera*) esistono follicoli simili ai descritti, ma più piccoli. Io non li ho numerati, come pure non li ho riscontrati in alcun'altra specie.

Il trovar i follicoli nel vestibolo boccale induce a credere che servano al gusto; questo concetto è avvalorato dalla loro somiglianza con organi che hanno cotale funzione negli animali superiori.

È però innegabile che invece di elevarli alla dignità di organi gustativi, si potrebbero significare come organi tattili delicatissimi.

Non mancano fatti tanto per combattere quanto per appoggiare cotale veduta; mancano però, al mio credere, quelli necessarî per venire ad una soda conclusione.

Fossette vestiboli (V. tav. III, fig. 6 — tav. VIII, fig. 2 e 13). — Dietro al rialzo, su cui stanno i follicoli, tra la spranga laterale della testa e l'apertura di sbocco della cavità boccale nell'esofago, esiste, per lo meno in molte specie, una fossetta, che è già visibile ad occhio nudo in *Hexapterae* lievemente colorite coll'ematossilina.

Essa ha orlo sporgente sul livello della circostante cuticola. La sua cavità (nell'*Hexaptera*) è affatto irregolare e probabilmente è mutabile, come la forma del vestibolo, a seconda dei muscoli che l'animale mette in azione.

È tapezzata ovunque da cellule molto alte, granellose e con nucleo basilare; esse sono ordinate in un unico strato, limitato profondamente da una membranella anista. Le cellule più periferiche (almeno in certe condizioni) sporgono dalla circostante cuticola del vestibolo.

Non ho potuto trovar nervi sicuramente destinati a queste fossette. Perciò non sono del tutto certo che abbiano valore di organi sensitivi.

Davanti allo sbocco della cavità boccale nell'esofago, la *Minima* e la *Serratodentata*, e fors'anche altre specie, hanno un organo impari, ch'io ho potuto vedere soltanto a fresco; mi parve una fossetta simile a quelle or ora descritte (V. tav. VI, fig. 7).

Fossetta retrocerebrale (V. tav. IV, fig. 6 — tav. V, fig. 10 — tav. X, fig. 13, 14 e 15). — È un organo difficilissimo a studiarsi. Per quel ch'io ho veduto, si compone di una fossetta con due appendici (laterali).

La fossetta riposa sull'angolo posteriore del cervello; le appendici sui suoi lati posteriori, di cui occupano poco più dei tre quarti posteriori.

La fossetta è aperta alla superficie dorsale, dietro al cervello; è tapezzata da uno strato di epitelio cilindrico-cubico, a nuclei molto grandi, il quale si continua per un certo tratto al di fuori della fossetta, specialmente alle parti laterali; quando è fuori della fossetta forma uno strato sovrapposto all'epidermide, la quale si mantiene tal quale si trova nel resto della faccia dorsale del capo (V. tav. X, fig. 14).

Su certi preparati sembra evidente che le cellule, che tapezzano la fossetta, siano in rapporto con prolungamenti delle cellule cerebrali vicine.

A fresco nella fossetta si vedono dei granuli splendenti.

Le appendici di questa fossetta sono paragonabili a corna, o meglio a clave, che possono essere piegate alquanto indietro ed all'esterno nella lor parte anteriore; questa parte è ingrossata a clava.

Come già si disse, esse si trovano sui lati posteriori del cervello e quindi convergono indietro verso la fossetta mediana; è appunto sul fondo di questa ch'esse vengono a finire.

Sono cave; vengono ravvolte da un'espansione del nevrilemma del cervello e tapezzate internamente da un epitelio a cellule molto basse.

La cavità per solito è riempiuta di globetti, i quali risultano di granelli splendenti. Questi globetti addossati l'uno all'altro (si vedono benissimo a fresco) riproducono in piccolo la forma delle clave e, se non erro, vengono a sboccare sul fondo della fossetta; ciascuno per un proprio orificio; i due orificî sarebbero ai lati della linea mediana e vicinissimi l'uno all'altro; il contenuto della fossetta, a quanto pare, deriva da quello delle clave.

La fossetta e le due appendici claviformi esistono in tutte le specie; però nella *Bipunctata* e nell'*Hexaptera* mi sembrano più sviluppate, che in parecchie altre.

In quelle due specie, la corona cigliata all'estremità anteriore presenta un seno, in cui riposa appunto la fossetta in discorso.

Ardisco supporre che la fossetta sia un organo di senso e che le due clave funzionino come ghiandole accessorie.

Note Storiche

Le prominenze tattili, già note a Gegenbaur ed a Keferstein, eran state recentemente esaminate da Langerhans (che vi accennava due sorta di cellule e l'avvallamento) ed a Hertwig (che dichiarava queste prominenze di struttura semplicissima).

Negli occhi Hertwig scopriva un fatto importante, cioè la separazione dei coni in tre gruppi.

La corona cigliata, già nota a Busch nella *Claparèdi* e nella *Cephaloptera*, veniva da Hertwig dimostrata in tutte le specie; gliene sfuggiva però quasi interamente l'intima stuttura.

Soltanto Leuckart accennava ai follicoli ed alle fossette boccali (della *Bipunctata*). Queste son le parole con cui menzionava i follicoli: *ein System dicht gedrängter seichter Grübchen*. Con quest'altra semplice frase indicava le fossette: *Häuflein von Zellen in einer Hohlung*.

La fossetta retrocerebrale era stata descritta da Kowalevsky, come un sacchetto; Hertwig ne avea negato l'esistenza.

Capitolo IV.

Apparecchio della nutrizione

È semplicissimo e risulta di un intestino e d'un celoma. Vi si può forse aggiungere un abbozzo di vaso dorsale ed uno d'organo escretore (in qualche specie).

Mancano organi speciali, indubbiamente adibiti alla respirazione.

Forse il prepuzio concorre alla respirazione, meglio d'ogni altra parte del Chetognato.

L'intestino è un canale che corre non convoluto, attraverso alle sezioni del capo e del tronco. Vi suddistinguo una parte anteriore, od intestino cefalico, ed una posteriore, o stomaco, od intestino chilifero.

Intestino cefalico. — L'intestino cefalico, come indica l'aggettivo, sta nel capo ed è a sua volta partito in vestibolo ed esofago. La bocca, fin qui descritta dagli autori, non è che lo sbocco della cavità boccale nell'esofago.

Il vestibolo boccale (V. tav. III, fig. 6 — tav. VIII, fig. 2) è intimamente connesso alla massa carnosa ventrale-anteriore della testa (V. *Musculatura speciale della testa*) ed al prepuzio. S'apre alla superficie ventrale della testa. Quando la testa è in riposo, la cavità del vestibolo è molto ridotta e ci si svela come una semplice depressione della superficie ventrale.

Il prepuzio la copre, tranne un piccolo circolo press'a poco alla parte mediana, dove, cioè, esiste l'orifizio del prepuzio.

Nell'atto che l'animale afferra la preda, il vestibolo muta interamente la sua forma.

Il suo modulo allora diventa una piramide a base triangolare, di cui la base è l'apertura boccale, l'apice lo sbocco della cavità boccale nell'esofago; delle tre faccie triangolari, due stanno antero-laterali ed una posteriore. Nel triangolo basilare l'angolo anteriore presenta una depressione, gli angoli posteriori sono smussati ed i tre lati sono concavi all'interno.

Quando il vestibolo ha la forma, che qui cerco di descrivere, il prepuzio non ne copre che una piccolissima parte e precisamente quella posteriore.

In tutto questo modificarsi del vestibolo, i grandi complessi laterali giuocano una parte essenziale.

La testa, che nel tempo del riposo era lunga e stretta, nell'attualità del-l'afferrare s'allarga e s'accorcia. Per questo accorciamento, il fondo ceco della parte ventrale del prepuzio viene ad avvicinarsi allo sbocco della cavità boccale nell'esofago e, siccome esiste una sorta di doccia fra i grandi complessi laterali, così è possibile che il secreto delle cellule mucipare del fondo ceco si versi nel-l'esofago.

Il vestibolo è tapezzato di cuticola. Questa presentasi qua fitta, colà sottilissima; è fitta in ispecie vicino agli uncini ed ai follicoli dentali. I margini laterali del capo, ossia i due margini anteriori dell'apertura boccale, sono rinforzati da una spranga, che è robusta, d'aspetto cuticolare, larga verso la sua estremità posteriore e che viene ad esser press'a poco dal lato dorsale dell'inserzione degli uncini.

La cuticola del vestibolo è omogenea amorfa e senza pori-canali.

L'epitelio sottostante (V. tav. II, fig. 10 e 11) è un unico strato di cellule cilindriche-cubiche (sono cilindriche per es. in vicinanza ai follicoli boccali; cubiche per es. all'estremità anteriore della testa ecc.). Di fronte appaiono a contorni dentati, ma molto meno ampie di quelle dell'epidermide. Si isolano senza difficoltà; la loro estremità basilare, è affilata, od anche bifida, o trifida; il nucleo è ovoidale e sta verso la metà della loro lunghezza.

L'epitelio sottostante alle spranghe è assai ridotto; non v'incontrai che piccoli e rari nuclei.

Sotto all'epitelio stanno i nervi, i gangli ed i muscoli, che ho già illustrati in un precedente capitolo.

Il vestibolo va fornito di quattro sorta di organi; due dei quali ci sono già noti, cioè dire i follicoli e le fossette. I due altri, di cui mi resta di parlare, sono

i denti (V. tav. I, fig. 9, 10 e 11 — tav. VIII, fig. 6) e gli uncini. (V. tav. I, fig. 12, 13, 14 — tav. XII, fig. 10 11).

Tutti i Chetognati sono armati di uncini (chete); i quali sono collocati nelle parti laterali-posteriori del vestibolo, all'indentro delle spranghe, lunghesso la loro metà posteriore. Il numero è molto variabile da una specie all'altra, da un individuo all'altro (massime a seconda della loro età), e talvolta anche dal lato destro al sinistro.

Questo numero in ciascun lato non suol essere minore di cinque, nè superiore a dodici.

A testa allungata formano una serie dall'avanti all'indietro ed un po' dall'interno all'esterno, serie che è però leggermente concava verso il vestibolo.

Sono foggiati a falcetto più o meno ricurvo; appiattiti nel senso dorso-ventrale, assottigliati verso il margine interno (concavo), ingrossati verso l'esterno (convesso); s'allargano verso la base e si restringono verso l'apice.

Gli anteriori ordinariamente sono più corti dei posteriori e questi più corti dei medî.

Già ad un piccolo ingrandimento, gli è agevole distinguere in ciascuno di questi uncini, una punta ed un corpo; il corpo ha una lieve tinta giallastra che manca alla punta; una linea gialla intensa segna il limite tra la punta ed il corpo. Tanto in questo che in quella, si distinguono due parti, l'una corticale e l'altra midollare. La corticale ha frattura lamellare ed è chitinoide, la midollare invece è fatta di sostanza granellosa, cospersa di nuclei. Questa midolla riproduce in piccolo la forma dell'uncino e s'estende per quasi tutta la sua lunghezza.

Le specie dei Chetognati presentano, oltrecchè varietà di numero, varietà anche di forma degli uncini. Una differenza caratteristica è offerta dalla *Subtilis;* i cui uncini sono relativamente molto larghi alla metà basilare e molto stretti alla metà apicale, ed hanno un canal midollare sottilissimo. Nella *Serratodentata* è costante una seghettatura del margine tagliente degli uncini; anche quelli della *Claparèdi* sono lievemente seghettati.

Alla base (nell'*Hexaptera*) sono rinforzati da due ali cuticolari, di cui una, corrispondente press'a poco al margine concavo dell'uncino, è più robusta dell'altra, che sta press'a poco sul suo margine convesso.

La sostanza midollare mi parve continua con l'epitelio subcuticulare.

Questi uncini sono dotati di una grandissima mobilità, grazie all'abbondante musculatura, che sta sotto alla loro base ed in una disposizione molto complicata.

Io non ebbi a constatare fibre musculari, che prendessero attacco direttamente sovra gli uncini; e crederei che i loro movimenti accadessero per spostamenti prodotti dalla musculatura nelle parti, con cui essi, gli uncini, stanno in rapporto di continuità.

Quando l'animale è in riposo, gli uncini hanno direzione antero-posteriore e per gran parte sono coperti dal prepuzio.

Quando l'animale vuole afferrare, si dirigono dapprima in alto, contemporaneamente allontanandosi gli uni dagli altri; poi s'abbassano verso l'oggetto di cui debbono impadronirsi e finiscono a riavvicinarsi gli uni agli altri e serrarsi quelli d'un lato contro quelli dell'altro, sopra l'apertura di sbocco del vestibolo nell'esofago.

Quando l'animale abbandona l'uovo, possiede già alcuni gracili uncini.

Oltrecchè gli organi descritti, tutti i Chetognati possiedono denti, che si trovano nelle parti laterali-anteriori del vestibolo, in una, od in due serie per ciascun lato. Dimensione e numero di questi denti variano colla specie e coll'età dell'individuo.

Le dimensioni restano sempre molto inferiori a quelle degli uncini. La forma si può dir una in tutte le specie, salvochè nella *Subtilis*; in quelle sono semplicemente a cono più o meno allungato; in questa si avvicinano ancora al cono, ma la base presenta un colletto ed altre complicazioni, che non ho studiate a fondo.

I denti si possono giudicare piccoli uncini e ne hanno infatti del tutto simile la struttura.

In ciascuna serie i denti sono addossati gli uni agli altri.

Quando sono in due serie, per lo più sono disposti in modo che gli anteriori colle loro punte guardino all'indietro ed i posteriori all'avanti.

I denti formano un ostacolo che impedisce di sfuggire alla preda afferrata dagli uncini. Per sè stessi non sono mobili; però subiscono degli spostamenti col modificarsi della forma del capo; questi spostamenti sono di totalità, cioè estesi a tutt'e quattro, o, se sono soltanto due, a tutt'e due le serie dei denti; non si dà movimento isolato nè d'un dente, nè d'una serie.

Passiamo ora all'esofago. È un corto e muscoloso canale, suscettibile di mutar grandemente il suo lume. Se si osserva di fronte e vuoto, si rileva che posteriormente s'allarga e poco dopo finisce notevolmente ristretto; questo allargamento e stringimento è però appena in senso trasversale e, come dimostrano i tagli, manca affatto nel senso dorso-ventrale.

Nei tagli, quando il canale è vuoto, in gran parte ha lume lineare e la linea è nel senso dorso-ventrale.

Nella parete si distinguono nettamente due pagine, una destra ed una sinistra; le uniscono insieme un angolo solido (o costura) dorsale ed uno simile ventrale.

L'esofago consta di due foglietti: uno epiteliale interno ed uno musculare esterno; quest'ultimo a sua volta risulta di uno strato a fibre longitudinali, contiguo all'epitelio e d'un secondo a fibre trasversali; questo secondo possiede un sottile ed incompleto rivestimento esterno di tessuto fibrillare cosparso di nuclei.

La musculatura è interrotta, forse ovunque, sugli angoli dorsali e ventrali; devesi perciò parlar di una musculatura delle due pagine, anzichè di una musculatura generale del tubo.

Lo strato musculare longitudinale all'indietro va scomparendo anche sulle parti marginali delle pagine ed infine manca affatto all'estremità posteriore. Esso è contesto di lamelle collocate radialmente per rapporto al lume dell'intestino e più, o meno vicine l'una all'altra; negli interstizi si può trovare un tessuto fibrillare sparso di nuclei.

Esternamente alla longitudinale giace, come ho detto di sopra, la musculatura trasversale; essa è pure fatta a lamelle e ricorda interamente la musculatura trasversale-ventrale del tronco della *Claparèdi*.

L'epitelio (V. tav. X, fig. 9) è separato dalla musculatura per mezzo di una lamina basilare, sottile, amorfa, che si tinge forte con le varie sostanze coloranti;

esso è fatto d'un semplice strato di cellule. Son cellule molto alte, col nucleo basilare verso la parte anteriore dell'esofago, col nucleo a metà dell'altezza della cellula nella parte media e posteriore. È degno di menzione il presentarsi di queste cellule, quando finamente granellose, quando granose; talvolta in uno stesso esofago qua in quella maniera, colà in questa.

Lorchè sono granose, ricordano le cellule ghiandolari dell'intestino chilifero, ma forse hanno sempre grani alquanto più piccoli; ciò che si vedrà meglio in appresso. Le cellule, che ho descritte, come mucipare del prepuzio, hanno indubbiamente molta somiglianza con quelle in discorso, alle quali pure io ascrivo la funzione di segregar del muco.

Nella cavità dell' esofago si trova di frequente un po' di muco; esso potrebbe derivare non soltanto da queste cellule esofagee, ma anche da quelle del prepuzio, lo che fu già accennato più sopra.

L'epitelio esofageo non è fatto soltanto da cellule ghiandolari; tra di esse ne sono intercalate altre molte basse, confinate ad una metà dell'altezza delle cellule, quella metà, cioè, che corrisponde alla lamina basilare; sono cellule ovolari, fornite di un corto prolungamento verso questa lamina; esse hanno un distinto involucro qua e là sparso di nuclei. Sui pezzi conservati col metodo di Kleinenberg (è l'unico metodo con cui le ho vedute bene) il loro protoplasma appare raggricciato per modo che si forma uno spazio chiaro ed irregolare tra l'involucro e la cellula (V. tav. X, fig. 9).

Rinvenni queste cellule appena nei due terzi posteriori dell'esofago. Nella prima sembianza si stimerebbe fossero ghiandolari. Tutto ben ponderato, io le reputo, per contrario, di natura nervosa, ossia sensitive; il prolungamento verso la lamina basilare invece, che verso la cavità dell'intestino, assoda il mio giudizio.

Parlando del sistema nervoso, ho accennato a tre nervi che vanno all'esofago: due *esofagei superiori* forniti dai gangli periesofagei ed uno *inferiore* che sorge dalla commissura retroboccale.

Sui tagli trasversali della parte anteriore dell' esofago, ho trovato questi nervi nello spessore dello strato musculare; sui tagli della parte media mi parve che s'appressassero all'epitelio e ne trovai un ramo all'angolo dorsale dell'esofago; qui come già si disse, non esistono fibre musculari.

In preparati per dilacerazione non constatai però in verun caso ramuscoli secondarî, o terminazioni nella musculatura dell'esofago.

Ciò non ostante, non è forse soverchio ardimento il supporre che i nervi in discorso non siano motori, ma formino invece una rete nervosa sotto all'epitelio e finiscano nelle cellule or ora descritte.

Sulla superficie esterna (o musculare, che si dica) delle pagine dell'esofago, colà dov'esso è dilatato, prende inserzione una sorta di mesenterio, il cui studio non riesce che nelle sezioni trasversali. In queste l'esofago ha forma per lo più triangolare; un lato piccolo del triangolo è ventrale; due lati lunghi sono dorsali. In alcune specie, press'a poco da ciascuno degli angoli opposti a questi due lati, parte un mesenterio, che attraversa il celoma e va alle porzioni laterali del collo; in alcune specie trovai questo secondo attacco del mesenterio spostato verso il lato dorsale; alquanto differente in alcune mi parve anche il punto d'inserzione all'esofago.

Comunque sia, un setto completo tra il celoma della testa e quello del tronco, non ho potuto dimostrare.

Vero è che il celoma in questa regione è molto ristretto per la presenza di muscoli, che già conosciamo. In ogni caso però mi si pararono innanzi tre fenditure di comunicazione tra il celoma cefalico e l'addominale. Una sta sotto *l'obliquo superficiale della testa e del collo* ed il *nastro longitudinal-dorsale*, sopra *l'obliquo profondo della testa e del collo*, ed è attraversata da qualche fibrilla amorfa. Una seconda sta sotto *l'obliquo profondo della testa e del collo* e sopra il msenterio; la terza infine sotto di esso e sopra la parete generale del corpo.

Il mesenterio è fibrillare e si perde in quel tessuto del pari fibrillare, di cui è rivestita la superficie esterna dell'esofago.

Oltre a questo mesenterio l'esofago offre due altri attacchi, uno lunghesso la costura dorsale ed un altro lunghesso quella ventrale.

L'attacco dorsale, per quel ch'io ho veduto, comincia alquanto dopo il principio dell'esofago e nel tratto anteriore è fatto semplicemente del solito connessivo fibrillare, mentre in quello posteriore v'ha una disposizione complicata. Cioè dire, la lamina intermusculare (verticale-mediana-dorsale) si sdoppia per far involucro ai muscoli gemini; con questo sdoppiamento viene a formarsi una lamina perpendicolare alla intermusculare, lamina, che si salda con la subepiteliale dell'esofago, non però sulla linea mediana, sibbene un po' al di qua ed al di là di essa. È così che viene a formarsi una lacuna angustissima sulla linea mediana, tra le due lamine in discorso.

Dal lato ventrale l'esofago è addossato all'anista, che involge il complesso mediano; più in giù vi è un'altra anista verticale, che congiunge l'esofago all'epidermide, sulla linea mediana.

Intestino chilifero. — Dopo l'accennato restringimento dell'esofago comincia l'intestino chilifero. Il limite è segnato dal cessar la musculatura striata e dal comparire un epitelio vibratile. Il cibo non si ferma nell'esofago, ma appena vi entra, vivaci contrazioni peristaltiche lo spingono nell'intestino chilifero, dove si compie il processo della digestione.

Quest'intestino corre senza piegarsi fino all'ano.

Ad animale digiuno si presenta appiattito (in tutte le specie, salvo la *Claparèdi*) nel senso laterale; e perciò vi si può distinguere due pagine e due angoli, come nell'esofago, cioè dire, una pagina laterale destra ed una sinistra, un angolo (costura) dorsale ed uno ventrale. Il cibo, percorrendo l'intestino, lo allarga lateralmente.

L'altezza (ossia la distanza dorso-ventrale dell'intestino) alle parti anteriori e posteriori è minore che alla mediana. Questo intestino non offre diverticoli di sorta, fatta eccezione di due laterali corti e non peduncolati, che si trovano alla sua estremità anteriore, soltanto in due specie (*Minima* e *Claparèdi*) [1]. (V. tav. VI, fig. 11).

Distinguo nell'intestino due foglietti: uno esterno fibroso ed un altro interno epiteliale.

L'esterno (V. tav. V, fig. 12) è composto di finissime fibrille, che sono disposte parallele, in unico piano e trasversalmente su ciascuna pagina dell'intestino; le fibrille

[1] Essi hanno struttura identica a quella dell'intestino chilifero da cui procedono.

sono vicinissime le une alle altre ed i minuti interstizî, che restano fra di esse, sono occupati da materia amorfa. Questo strato fibrillare è cosparso alla sua superficie libera di rari nuclei ovoidali, disposti col loro asse maggiore parallelo alle fibrille. Esso è perfettamente isolabile dal sottostante epitelio intestinale.

Questo secondo foglietto merita molta considerazione ed io lo descriverò e lo discuterò in esteso.

Per il suo studio è opportunissima la seguente preparazione; che riesce meglio nelle specie più voluminose. Si spara un' *Hexaptera* (conservata col metodo di Kleinenberg) lungo l'area laterale; con una pinzetta si stacca delicatamente l'intestino dalla parete del corpo, si colorisce e si distende sul portoggetti.

L'epitelio intestinale è un semplice strato e si compone di due sorta di cellule; le quali si possono presentare sotto forme disparatissime. (V. tav. X, fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7).

Denomino fin d'ora una sorta di esse *assorbenti* (*cig* nella fig. 3; *cia* nelle altre) e l'altra *ghiandolari* (*cia* nella fig. 3; *cig* nelle altre). Mi riserbo di giustificare cotali appellativi, nel seguitamento di questo capitolo.

Le cellule assorbenti sono 5-6 volte più numerose di quelle ghiandolari.

Queste possono presentarsi sotto diverse forme [1]:

1° Possono esser molto grandi, a nucleo quasi centrale ed un po' schiacciato; dal nucleo dipartesi un reticolo esteso a tutto il resto della cellula con areole penta-esagonali (fig. 6).

2° Possono esser simili alle precedenti per l'ampiezza e per il nucleo; senonchè tutto il resto della cellula è pieno di corpuscoli tondi-poliedrici, splendenti, che si coloran forte colle varie sostanze coloranti, che si conservano bene con tutti i soliti metodi e che infine nell'osmio non abbrunano più del restante epitelio intestinale. Questi corpuscoli talvolta sono addossati gli uni agli altri, talvolta alquanto discosti; per lo più quando sono addossati, non occupano la parte periferica della cellula, dove resta perciò uno spazio chiaro. Per questi corpuscoli le cellule diventano granose; del reticolo, veggonsi chiare tracce soltanto attorno ai nuclei ed alla periferia (fig. 5).

3° Queste stesse cellule possono trovarsi notevolmente impiccolite e contenere, o no, alcuni corpuscoli; allora il nucleo è tondeggiante, il protoplasma scarso, granelloso e senza traccia di reticolo, ed il contorno delle cellule irregolare. Si direbbe che avessero subìto uno schiacciamento (fig. 2 e 4).

4° In altri preparati, l'impicciolimento di queste cellule è ancora maggiore; non si distinguono bene senza l'aiuto delle colorazioni, con le quali si tinge, sempre oltre al nucleo, alcun poco anche il protoplasma, che è denso (fig. 1).

5° Infine le cellule in discorso possono essere tondeggianti-ovoidali, a nucleo tondo centrale, con protoplasma, senza reticolo e poco, o punto granelloso (fig. 3).

Tutte le qui enumerate modificazioni delle cellule ghiandolari possono compendiarsi così: v'ha in esse una fase che si può dir ascendente ed una che si può dir discendente.

[1] Le seguenti descrizioni son fatte, come la maggior parte dei disegni, sovra preparazioni osservate di fronte.

Nella prima le cellule vanno ingrossando; quando hanno raggiunta una certa grossezza, mostransi reticolate; in appresso s'empiono di globi ed il reticolo scompare quasi affatto; così finisce la fase ascendente. Comincia quindi la fase discendente, in cui le cellule dapprima impiccioliscono, non mostrano più il reticolo, perdono a poco a poco tutti i corpuscoli e contemporaneamente vanno impicciolendosi, tanto da ridursi appena visibili.

Le cellule assorbenti subiscono modificazioni parallele a quelle delle cellule ghiandolari. Quando le ghiandolari sono grandissime, le assorbenti sono appena visibili, il lor protoplasma è granelloso, sono indistinti i contorni; è evidente però il nucleo. Via via che le ghiandolari impiccioliscono, le assorbenti risaltano di più; il loro contorno disegnasi poligonale, il protoplasma aumenta ed è meno granelloso di prima; spesso in ciascuna compare una sorta di vacuolo. Più impiccioliscono le digerenti, più ingrossano le assorbenti, il vacuolo allargasi e gli altri caratteri permangono. Quando le ghiandolari sono minime, le assorbenti sono massime, a contorno fortissimo e poligonale, a nucleo difficilmente visibile; in alcune il protoplasma resta omogeneo, in altre invece diventa granelloso nella parte centrale od anche dapertutto, ad eccezione di una sottil zona periferica.

In una fase successiva ingrandendo le ghiandolari, le assorbenti via via rimpiccioliscono, appaiono lievemente granellose ed i lor contorni vanno scomparendo.

Di tutto che riassumendo, si può conchiudere che le molteplici modificazioni dell'epitelio sono riducibili a due fasi fondamentali, che si succedono regolarmente: nell'una le cellule digerenti ingrossano e le assorbenti impiccioliscono; nell'altra accade l'opposto.

Molti graduali passaggi tra le varie fasi enumerate in addietro mi mettono al sicuro ch'esse tengono l'ordine da me indicato.

Or si debbe considerare se è giusto di ritener le cellule d'una sorta ghiandolari e quelle dell'altra assorbenti. Arrivai a questo concetto col confrontare Chetognati, che avevano appena compiuto la digestione, con altri che da lungo tempo eran digiuni.

Nei primi l'estremità posteriore dell'intestino contiene avanzi degli alimenti (dermascheletri e scheletri più o meno spolpati); le pareti sono opache e gonfie ovunque, qua e là con gozzi e stringimenti. In quelli da tempo digiuni, esse appaiono al contrario trasparenti, sottili, quali le ho descritte in addietro.

Nei primi l'esame microscopico ci rileva come contenuto dell'intestino (abbondante là dove sono i gozzi) un liquido in cui è gran copia di granelli piuttosto grossolani; granelli simili infarciscono (nel modo che sopra ho già detto) le cellule, ch'io denomino assorbenti; esse si presentano massime, mentre le altre, ch'io giudico ghiandolari, compaiono minime.

In casi di digiuno più o meno prolungato si verifica l'opposto; cioè, queste sono massime e piene di corpuscoli, quelle invece sono minime.

Ei ne consegue che i corpuscoli non possono giudicarsi cibo assunto dalle cellule (con movimenti ameboidi). Questo giudizio è sostentato ancora dalla uniformità dei corpuscoli ed infine dalla presenza di cellule con corpuscoli simili nell'esofago e nel prepuzio.

Tolto di mezzo il dubbio che essi corpuscoli siano nutrimento, si può ammettere senza difficoltà che le cellule in discorso sono di natura ghiandolare.

Manca però ancora la prova indubitata ch'esse non possano funzionare anche come cellule assorbenti. Questa prova, al mio parere, si ricava a buon diritto dalle seguenti osservazioni.

Costantemente le cellule corpuscolose, nelle parti mediane-longitudinali delle due pagine dell'intestino, sono più ampie e più abbondanti che verso gli angoli dorsali e ventrali; vicin vicino ai vertici degli angoli mancano affatto. Per le cellule assorbenti costantemente verificasi una distribuzione contraria: vicin vicino ai vertici, trovai sempre esclusivamente cellule assorbenti più o meno ampie a seconda del periodo di digestione o di digiuno; già verso gli angoli trovai sempre una gran prevalenza di cellule assorbenti, del pari di diversa grossezza.

Se fosse possibile il cambio di funzione delle cellule corpuscolose, qualche volta almeno dovrebbe accadere una distribuzione in ragione inversa di quella qui designata; invece molte e molte osservazioni mi accertano che ciò non accade mai.

Resta perciò provato, s'io non m'inganno, che le cellule corpuscolose sono esclusivamente ghiandolari; sarebbe inutile spendere parole per dimostrare che le altre cellule sono veramente assorbenti.

Perchè mi preme di avvicinarmi al vero più che di nascondere le difficoltà, aggiungerò qualmente mi sia occorso un fatto a tutta prima non consono con le vedute qui avanzate. Alle volte, in mezzo a cellule assorbenti molto ingrandite, trovai qualche rara cellula ghiandolare piuttosto grossa ed infarcita di corpuscoli.

Finchè non ebbi accertati molti altri fatti, questo fenomeno fu per me di grande oscurità e sorgente di forti dubbî. Ora però mi sembra che si debba trovar modo d'interpretarlo, senza disfermare le mie induzioni fondamentali. Credo, cioè, che si possa ammettere che talvolta, per ragioni ignote, qualche cellula non perda i suoi globi e perciò non subisca l'abituale raggricchiamento; da onde l'incontrarla ancor grossa e corpuscolosa, in mezzo a cellule assorbenti già ingrossate.

Nel cavo dell'intestino talvolta si vede un liquido senza elementi formali; si può sospettare che sia il secreto delle cellule ghiandolari versatovi per operarvi la digestione.

Vicinissimamente all'ano le cellule ghiandolari fanno difetto; non ho la prova che le cellule epiteliali di questa regione siano capaci di assorbire.

I fatti fin qui esposti riguardano quasi esclusivamente le specie voluminose.

Con quelle piccole si può accrescere d'alcun poco le nostre cognizioni in questo argomento.

Nella *Bipunctata* e nella *Serratodentata* è facile confermare la partizione delle cellule in ghiandolari ed assorbenti.

Inoltre vi si può rilevare che, quando la digestione è sul finire, le cellule assorbenti sono altissime; dal lume dell'intestino, le cellule assorbenti appaiono poligonali a contorni forti, a spazî intercellulari evidenti; le cellule ghiandolari invece sono invisibili; probabilmente esse restano schiacciate tra le parti basilari delle cellule assorbenti; al che fanno pensare anche certi tagli trasversali (1).

(1) I tagli dell'intestino d'ordinario non riescono buoni.

Nella *Claparèdi* a fresco si può isolare qualche cellula intestinale globosa e fornita di tre, o quattro ciglia vibratili. Se nel contenuto dell'intestino sonvi anche granelli di pimmento nero, granelli simili si trovano anche dentro le cellule isolate. (Tav. X, fig. 8). Non bisognan commenti per persuaderci che siam davanti ad un fatto di assunzione d'alimenti solidi per parte delle cellule, ossia davanti ad un fatto di digestione intracellulare.

In altri casi, invece di granelli di pimmento, le cellule contengono sfere di grasso relativamente voluminose ([1]). È probabile che elle siansene impadronite con un processo simile a quello che ammetto per il pimmento. Non è impossibile che i granelli piuttosto grossolani, che descrissi nelle cellule assorbenti, accennino del pari a digestione intracellulare.

Se tutto ciò è vero, si può credere che le cellule assorbenti hanno anche la proprietà di digerire alimenti solidi.

Ho già menzionato che i Chetognati si nutrono di piccoli pesciolini e di crostacei; ora aggiungo che si mangiano anche tra loro. Le *Claparèdi*, conservate vive nei bicchieri, inghiottiscono anche Diatomee ([2]).

I Chetognati non masticano la loro preda, e la passano intera e viva nell'intestino chilifero. Com'è verosimile i succhi gastrici versati su di essa la uccidono, penetrano e ne sciolgono le parti digeribili, oppure producono la separazione di particelle adatte alla digestione intracellulare. Le parti indigeribili in tanti pezzi, quanti sono gli animali inghiottiti, arrivano all'ano.

Or si domanda da quali forze vengano qui sospinte. Ho parlato di uno strato fibroso dell'intestino. Le fibre di tale strato sono elle contrattili?

Mi portano vicino a questa opinione gl'infrascritti fatti:

1° Nella *Claparèdi* ho constatati movimenti ch'io credo peristaltici;

2° Il contrarsi della musculatura generale del corpo forse non arriva a muovere il cibo contenuto nell'intestino chilifero, in quanto che tra quella e questo s'interpone un'ampia cavità addominale;

3° Riferire il movimento di pezzi relativamente tanto grossi alle ciglia vibratili, non mi sembra cosa ragionevole.

Su queste ciglia vo' aggiungere alquante parole. Esse probabilissimamente esistono tanto sulle cellule ghiandolari quanto sulle assorbenti e sono rare e lunghe, massime nelle specie più voluminose, in cui si potrebber giudicare, piuttosto che ciglia, veri flagelli. Sono poco numerose, all'incirca 3-4 per ogni cellula. Ve ne ha di quelle che presentano un rigonfiamento verso la metà della loro lunghezza. Sembra che il loro movimento sia costantemente dall'avanti all'indietro, cioè in direzione discendente.

Verso l'estremità posteriore l'intestino si restringe nel senso dorso-ventrale e si

([1]) Noto *per transennam* che talora le cellule intestinali della *Claparèdi* sono uniformemente giallognole-verdastre per probabile assunzione di pimmento liquido solubile.

([2]) Alla lor volta i Chetognati cadon preda di molti animali; a Messina i più terribili mangiatori di Chetognati sono le varie specie di Pterotrachee e le Pelagie; di primavera non di rado il mare formicola di larve di Pelagie, ognuna delle quali tiene in bocca una, due e perfino tre *Bipunctatae* o *Serratodentatae*.

scosta dal lato dorsale e contemporaneamente si avvicina al ventrale, dove sbocca al davanti del setto trasversale, che separa la sezione del tronco da quella della coda. L'ano (V. tav. III, fig. 7), è tondeggiante-ovoidale e mi parve suscettibile di stringersi e d'allargarsi.

Attorno all'ano mi fu dato constatare delle fibre radiali (contrattili?). Alle volte vidi anche una striatura trasversale sopra e sotto l'ano (nello spazio lasciato dallo spostarsi della musculatura generale primaria); non ho potuto decidere se si tratti di una mera apparenza devoluta a pieghettature, ovvero di fibre trasverse.

Mesenteri, Celoma ecc. — Vi sono due mesenteri in forma di bendelli, che sono lunghi quanto l'intestino e che s'attaccano ai suoi angoli, l'uno (*mesenterio dorsale*) all'angolo dorsale e l'altro (*mesenterio ventrale*) al ventrale; il primo finisce alla linea mediana-dorsale, il secondo alla ventrale. Essi non hanno la stessa struttura e perciò convien discorrerne separatamente.

Comincio dal ventrale: lo descrivo nell'*Hexaptera.* (V. tav. V, fig. 13). Su tutto l'angolo, o costura ventrale dell'intestino, s'alza verticalmente (e perciò nel prolungamento del piano dell'intestino) una lamella chitinoide sottile e stretta; da questa lamella dipartonsi qua e là dei rami parimenti amorfi e piatti. In certe parti del mesenterio, questi rami s'avvicinano tra loro, si toccano, si fondono insieme e poi si dividono ancora, formando così degli x; od anche s'uniscono, o si suddividono in altri modi la cui descrizione sarebbe troppo lunga; comunque sia, essi rami finiscono per affiggersi sulla linea mediana-ventrale. Questa impalcatura, se ci si permette questo nome, è ricoperta sulle due faccie da fibre che sono prolungamenti diretti delle fibre intestinali: quelle della faccia destra, prolungamenti delle fibre della pagina destra, e quelle della sinistra, prolungamenti delle fibre della pagina sinistra. Oltre a ciò sovra queste fibre sono sparsi numerosi nuclei simili a quelli dell'intestino. Materia amorfa connette tra di loro le fibre in discorso. Qua e là esse si spostano e lasciano nel mesenterio degli occhioli; sono occhioli, ad orlo ispessito, di svariatissima grandezza, per lo più ovali con l'asse maggiore nel senso dorso-ventrale.

Il mesenterio dorsale (V. tav. V, fig. 12) è fatto dai prolungamenti delle due pagine fibrose dell'intestino; i quali possono presentarsi apposti, ma distinti l'uno dall'altro per gran parte della larghezza del mesenterio; pare che si confondano insieme appena un po' prima che esso s'inserisca alla linea mediana-dorsale. Anche nel mesenterio dorsale si trovano occhioli, meno numerosi però che in quello ventrale, e per solito discosti dall'inserzione del mesenterio stesso sull'intestino.

Se si stacca un intestino insieme co' suoi mesenteri dalla parete del corpo, si distende sovra un portoggetti e s'esamina in glicerina, egli è ovvio rilevare uno spazio chiaro lungo tutto il margine dorsale dell'intestino, spazio che non si tinge con alcuna sostanza colorante. Sui tagli trasversali (di specie piccole) riesce patente che vi corrisponde una *lacuna* a sezione triangolare; la base del triangolo è fatta da uno straterello amorfo che copre l'intestino, e gli altri due lati dal prolungarsi degli strati fibrosi dalle faccie laterali dell'intestino all'apice del triangolo, dov'essi s'incontrano, per restar addossati in gran parte del mesenterio e poi confondersi, come ho detto poc'anzi. La lacuna non possiede un vero rivestimento edoteliale; qua e là però nella veduta di fronte si scorge qualche nucleo, che forse sporge in essa.

Lungo l'intestino, sotto allo strato fibroso, al di dentro dell'or ora detto straterello amorfo dal lato dorsale; come pure al di dentro della lamella amorfa dal lato ventrale, havvi un cordone, che mi sembra di poter dichiarare un nervo; è un tronco sottile; pare che qua e colà fornisca dei cortissimi ramuscoli, che terminano in cellule; altre cellule simili s'appongono direttamente al tronco. Cotali cellule, probabilissimamente nervose, sono forse paragonabili a quelle che ho designate nell'esofago; alcune di esse però presentano una strana forma semilunare. I miei sforzi per rintracciare l'origine e la terminazione dei supposti nervi non furono felici.

I mesenteri non sono del tutto uniformi nelle varie specie; nella *Bipunctata* ed in altri piccoli Chetognati, le finestre del mesenterio ventrale sono estese e numerose; sì che esso non è più una lamina, ma una serie di filamenti, più o meno discosti l'uno dall'altro. Nella *Minima*, oltre ai due mesenteri dorsale e ventrale, se ne trovano altri, che, per quanto ho potuto giudicare su animali visti di fronte, formano dei setti trasversali incompleti ed irregolari nella cavità addominale; non ho potuto ottenere dei tagli, che dimostrassero meglio, questa singolare disposizione.

L'intestino della *Claparèdi*, sui tagli, qua e colà, appare sostenuto (oltrechè da due mesenteri comuni a tutte le specie) da qualche trabecola amorfa e trasversale.

I succhi nutritizî, elaborati come e quanto non sappiamo, passano per osmosi dall'intestino nel celoma; che è una cavità ampia in tutte le specie (ad eccezione della *Minima*).

Questa cavità sta sotto gl'invogli generali del corpo ed è imperfettamente divisa in due sezioni, l'una del capo e l'altra del tronco. Quella del capo è ristretta ed affatto irregolare, perchè vi sporgono parecchi muscoli che già conosciamo; essa non ha vero endotelio ed è attraversata dall'esofago, che la divide quasi completamente in due metà, una destra, l'altra sinistra.

La cavità del tronco (celoma del tronco) è similmente divisa in due camere uguali, nel senso della lunghezza; questa divisione è fatta da un setto verticale, cioè, dall'intestino insieme co' suoi mesenteri. Ho già detto che in questi mesenteri esistono degli occhioli; essi fanno communicare tra loro le due camere; ciononostante si può riempirne una di un liquido, senza farne penetrare una goccia nell'altra.

Se si apre il celoma di una *Spadella* ancora vivida, ma asciugata con carta bibula, si può notare che esce fuori appena una goccia di liquido peritoneale e l'animale non avvizzisce (contrariamente a quanto assevera Hertwig); ciò dipende dal repentino chiudersi della cavità in forza di contrazioni musculari e dal pronto coagularsi del liquido [1]. Il coagulo è abbondante, in globetti granellosi, di vario volume, sempre però tali da esser visibili soltanto ad un forte ingrandimento.

Se nel celoma del tronco vi sono amibe parassitiche; ovvero se, essendo l'animale moribondo, si son già formati dei globetti di coagulo, è facile vedere tanto i globetti che le amibe in un movimento circolatorio (simile a quello che descriverò nella cavità caudale); ascendono lungo l'area laterale e ridiscendono lungo l'intestino. Questa corrente può percorrere tutto il celoma, od appena una parte. Per spiegarla, bisogna per avventura supporre che l'endotelio peritoneale almeno in

[1] Nel liquido peritoneale strabbonda il cloruro sodico.

corrispondenza alle aree laterali sia a ciglia vibratili, le quali, credo d'aver veduto, in alcune *Enflatae*.

Questo endotelio (V. tav. II, fig. 18 — tav. VIII, fig. 7) fin qui venne da me soltanto accennato; ora aggiungerò qualcosa sulla sua struttura. È un semplice strato a cellule che hanno ordinariamente contorni mal definiti, nuclei grandi e stellari.

Sulla *Claparèdi*, alla linea di congiungimento ventrale della musculatura col-l'area laterale, sopra allo strato musculare trasversale, almeno in vicinanza al ganglio addominale, l'endotelio peritoneale si dispone a guisa di formare un canale, del quale purtroppo non ho veduto nè principio nè terminazione. (V. tav. XII, fig. 1 e 2). Nelle *Bipunctatae* ed in altre *Spadelle,* alla linea di congiungimento dorsale della musculatura coll'area laterale, l'endotelio si presenta in parecchi strati.

Mancando altri organi circolatorî, respiratorî ed escretorî, sono lecite le seguenti supposizioni:

1° che la lacuna vicina all'intestino sia un abbozzo di vaso;

2° che il canale dell'area laterale nelle *Claparèdi* sia un abbozzo d'organo escretore;

3° che le lacune (ganglio-nevrilemmatiche, V. Sistema nervoso) siano di non piccolo momento per la nutrizione del sistema nervoso. Ho già detto di un sistema lacunare proprio dell'occhio (V. Occhio);

4° Lo scambio dei gas tra il liquido peritoneale e l'ambiente può avvenire attraverso all'invoglio generale del corpo, che è sottile, massime in una parte delle aree laterali ed in una piccola parte della testa (V. Musculatura speciale della testa). Forse concorre il fondo ceco del prepuzio, in ispecie al tratto, in cui è diviso dal celoma soltanto per una semplice lamella anista; il prepuzio potrebbe accoglier del-l'acqua nel suo fondo ceco e trattenervela, finchè siasi compiuto un opportuno ricambio gazoso col contenuto peritoneale.

Nell' intestino non vidi mai acqua, che potesse far pensare ad una respirazione enterica.

Note Storiche.

Prima della Monografia d' Hertwig, gli organi della nutrizione erano noti soltanto grossolanamente; Hertwig ne diede una buona descrizione, benchè sommaria ed in parecchi punti incompleta.

Nel trattar dell'epidermide accennò a qualche particolarità della superficie inferiore della testa, non s' accorse però dell' esistenza di un vero vestibolo boccale. Nell' esofago non vide le cellule nervose, la musculatura longitudinale ecc.

Nell' intestino menzionò due sorta di cellule, ma in un solo periodo (quello delle grandi cellule corpuscolose) e non s'accorse delle varie loro metamorfosi. Non vide nè la lacuna dorsale, nè i cordoni che io significo come nervi intestinali, nè le loro cellule nervose. Non descrisse l' endotelio peritoneale; figurò una sezione di *Claparèdi* in cui si vede l'abbozzo d' organo escretore, ma non v' aggiunse spiegazione alcuna. Tralasciò infine molte minuzie, che mi sembra inutile di enumerare.

Capitolo V.

Organi riproduttivi.

I Chetognati sono ermafroditi; ma gli organi genitali d'un sesso sono affatto indipendenti da quelli dell'altro, e però ne tratto separatamente.

Parte I. *Organi riproduttivi femminili.*

Ogni individuo è fornito di due ovaje (V. tav. I, fig. 1, 2, 3 — tav. III, fig. 8, 9) cilindriche; in ciascuna ovaja è scavato un ovispermadotto, il quale communica coll'ambiente esterno per un orificio suo proprio. Semplicemente così sono fatti gli organi genitali femminili.

Le ovaje riposano nel celoma del tronco, davanti al setto traversale, parallele e laterali all'intestino, una a destra e l'altra a sinistra. Nei neonati occupano una minima porzione lateral-posteriore del celoma; man mano che l'individuo cresce, esse s'allungano e ingrossano, e così a poco a poco s'accostano all'intestino, od anche (nella *Claparèdi*) vi s'addossano; contemporaneamente si portano in avanti così da raggiungere il livello del ganglio addominale, ovvero (nella *Claparèdi*) lo sorpassano ed anzi possono toccare perfino l'estremità posteriore della corona cigliata.

Com'è naturale, le dimensioni delle ovaja variano non appena coll'età dell'animale, ma anche con la specie; nell'*Hexaptera* la lunghezza può essere maggiore di quindici mmt. Per tutta la lunghezza esse sono attaccate alle pareti del corpo, sulla linea di congiungimento dell'area laterale colla musculatura generale primaria ventrale. Poco prima di raggiungere il setto divisore del celoma del tronco dalla cavità caudale, in molte specie, i due cilindri si piegano verso la linea mediana (ciò si vede meglio ne' Chetognati non sessualmente maturi) e vanno a finire vicino all'estremità posteriore dell'intestino. Posizione e direzione dell'ovaja presentano in parecchie specie qualche piccola varietà, che per brevità pretermetto.

L'ovispermadotto (V. tav. XI, fig. 5 e 7) (che così denomino, perchè adduce lo sperma alle uova e le uova all'esterno, ma che però funziona anche come spermateca) è scavato nell'ovaja; dimostrano i tagli che esso ne è eccentrico, e precisamente la percorre in vicinanza della sua linea d'attacco longitudinale alla parete del corpo; finisce ceco all'estremità anteriore dell'ovaja, e senza far giri, la percorre tutta, ad eccezione dell'estremità posteriore; posteriormente esso finisce aprendosi all'esterno, poco prima del setto trasversale, sull'area laterale, là dov'essa è contigua alla musculatura primaria dorsale.

Lo sbocco sta all'apice di una papilla più o meno rilevata, a seconda delle specie dei Chetognati.

Il lume dell'ovispermadotto varia assai d'ampiezza e di forma, colla specie e coll'età dell'animale. Le maggiori varietà però dipendono dalla quantità di sperma, che ingorga il canale e dai punti, ove lo sperma si accumula; per esso il lume si presenta quasi sempre a gozzi e stringimenti irregolari e differente nei differenti individui e perfino nei due ovispermadotti d'uno stesso individuo. (V. Tav. XI, fig. 1.)

È singolare che nella *Lyra*, l'estremità anteriore dell'ovispermadotto riempiuto di seme, offresi dilatata, quasi bulbo sferico d'un termometro. (V. tav. XI, fig. 2).

Nella *Claparèdi* l'ovispermadotto (V. tav. XI, fig. 3 e 4) presenta lume quasi uniforme, è sezione triangolare e va provvisto di un vero diverticolo o, se vogliamo, d'una spermateca, in prossimità al suo orificio esterno; è un sacchetto che quand'è ricolmo, si svela già all'occhio nudo, come una macchiolina bianca. Lo sbocco di questa spermateca (V. tav. I, fig. 1) nell'ovispermadotto è angusto.

Talvolta occorre di osservare in parecchie specie che l'ovispermadotto qua e colà è avvizzito e non contien sperma; laddove può darsi che sopra e sotto a questi punti, esso sia enormemente dilatato per la sua presenza.

La parete del canale può essere interrotta; ciò si constata già a fresco (V. tav. XII, fig. 3) e si conferma sui tagli (V. tav. XI, fig. 6). Attraverso le interruzioni fuorescono spermatozoi in mezzo all'ovaja; esse variano assai di forma e d'ampiezza; e possono esistere tanto là dove il canale è molto dilatato, quanto là dove lo è modicamente.

È qui necessario notare che gli spermatozoi nell'ovispermadotto offrono varî aspetti e talvolta non si riconoscerebbero per tali, se non si sparasse l'ovaja e non se ne facesse uscire il contenuto. V'è quando sono in cumuli opachi; v'è quando sembra che il canale sia provveduto di lunga ciglia vibratili. Infine accade di frequente che gli spermatozoi si ravvolgano uno per uno sovra sè stessi, oppure che due, tre spermatozoi si uniscano in un piccolo fascio; in questi casi essi appaiono, come vermiciattoli, molto rifrangenti e lievemente giallognoli, di varia grossezza e talvolta molto corti; queste forme a vermiciattolo possono intrecciarsi variamente con altre simili; possono esser immobili, od in rapido moto (moto d'ondeggiamento, senza traslazione); talvolta ad ogni sezione del lume del canale se ne incontrano quattro o cinque. Per lo più gli spermatozoi, che sorprendonsi sporgenti attraverso la parete del canale ed in mezzo all'ovaja, sono appunto disposti a vermiciattolo.

L'ovispermadotto può riempirsi di spermatozoi; e questi possono passare nell'ovaja, avanti che le uova siano mature; egli si pare che talvolta penetrino anche dentro uova immature, le quali allora cesserebbero di crescere e subirebbero una specie di degenerazione granellosa.

Qualche volta nell'ovispermadotto, oltrechè spermatozoi, si trovan granuli, i quali possono essere raggruppati in tante piccole masse compatte. È raro il caso d'incontrarvi anche dei cristalli piccoli. Forse granuli e cristalli derivano da amibe parassitiche della cavità dei testicoli, versate nell'ovispermadotto assieme allo sperma e poscia morte.

Il canale è tapezzato d'epitelio pavimentoso semplice, a cellule poligonali, piccole (forse cosparse di granuli nerastri nella *Claparèdi*) e con nucleo relativamente grosso. È facilissimo ch'esso epitelio si sfaldi; perciò nei tagli d'ordinario le cellule si trovan libere nel lume dell'intestino e frammiste agli spermatozoi (V. tav. XI, fig. 6). Sotto a questo epitelio havvi una sottil membranella anista (basilare), che lo separa da quello ovarico.

Avvicinandoci all'orificio dell'ovispermadotto, troviamo che il suo epitelio s'alza e tende alla forma cilindrica; nella *Claparèdi* sembra che in corrispondenza all'ori-

fizio, esso sia coperto da un sottil strato cuticolare; qui l'epitelio è ad evidenza nerastro per granuli di pimmento. In questa stessa specie, al disopra dell'epidermide che circonda l'orifizio, si trovan dei corpicciuoli quasi bastoncelli acuminati alle loro estremità e disposti verticalmente (in rispetto all'epidermide) ed assai avvicinati l'uno all'altro; si tingon forte con tutte le sostanze coloranti, quasi fosser nuclei; si conservano bene coi comuni metodi e si isolano senza molta difficoltà l'uno dall'altro. Non li ho riscontrati negli individui molto giovani.

Anche Hertwig accenna a questi elementi, ed avanza la supposizione che siano sensitivi; lo che io non ho potuto confermar in alcun modo. Ritengo invece che sian formazioni paragonabili alle cellule adesive tanto caratteristiche della *Claparèdi* in discorso.

Al di là della membranella anista (che ho testè accennata sotto l'epitelio dell'ovispermadotto) sta l'epitelio germinativo dell'ovaja (V. tav. XI, fig. 5, 6, 7, 8); il quale si presenta sui tagli trasversali, nelle specie grandi, come una corona lobata alla sua periferia esterna; come una corona quasi regolare, nelle specie piccole. In questa corona possiamo distinguere quattro parti: una prima, *esterna* (corrispondente all'inserzione dell'ovaja); una seconda, *interna* (che guarda l'intestino); una terza, *ventrale* ed una quarta, *dorsale*. Nelle parti ventrale e dorsale le cellule sono in uno strato, molto lunghe, facilmente separabili l'una dall'altra, assottigliate all'estremità che tocca l'ovispermadotto, ottuse all'altra; vicino a questa evvi il nucleo. Nella parte esterna le cellule sono ancora in un solo strato, ma cubiche e tanto piccole che spesso si vedono a mala pena, massime nelle specie minori. Infine nella parte interna sono più o meno alte, di svariate forme ed in varî strati; è qui che si sviluppano le uova.

Quando un ovaja (V. tav. XI, fig. 1) è matura o quasi, le uova stanno disposte in una, o parecchie fila, che s'estendono in tutta la sua lunghezza e ne occupano una gran parte; allora l'epitelio germinativo resta in vicinanza all'inserzione dell'ovaja sulla parete del corpo.

La grandezza delle uova mature è maggiore nelle specie maggiori; nell'*Hexaptera* è massima.

Ogni uovo maturo consta d'un corpo, d'una vescicola germinativa e d'un involucro.

Il corpo si presenta alquanto differente nelle varie specie; in alcune è fatto di corpuscoli vitellini, sparsi in una sostanza protoplasmatica; a fresco nella *Bipunctata* e nella *Serratodentata*, questa disposizione si rileva appena, essendo i corpuscoli ed il protoplasma quasi affatto diafani e di rifrangenze quasi uguali; nella *Claparèdi* invece essa disposizione è evidentissima nelle uova ancor vive, e ciò sopratutto perchè la loro trasparenza non è perfetta. Nell'*Hexaptera* il vitello si presenta come un reticolo a maglie piuttosto larghe ed impregnate di liquido.

La vescicola spermatica è ampia (relativamente più ampia nelle uova molto più piccole); alla sua periferia (in alcune specie) porta numerose macule germinative.

L'involucro, nelle uova lontane dalla maturanza, è uno strato sottile; dalla sua superficie esterna sporgono dei nuclei. Quando l'uovo è giunto a maturanza, esso s'appresenta molto ingrossato ed assai rifrangente; conserva i nuclei sporgenti, alla sua superficie libera. Sembra che nelle uova, dopo la loro deposizione nell'acqua,

quest' involucro rigonfi, tranne uno straterello, il quale sarebbe a ridosso del corpo dell'uovo e non possiederebbe nuclei; comunque sia, fatto è che in queste uova si vede sopra al corpo un sottil involucro amorfo, apparentemente rigido e molto rifrangente, il quale è circondato da una larga zona gelatinosa.

Nella *Claparèdi* (le cui uova, come già dissi, si trovan appicciate sulle alghe) invece di questa zona, si trovan dei filamenti apparentemente solidi e molto rifrangenti. Non rilevai con esattezza il loro ordinamento; certo è però che tutti convergono verso il punto d'appicciamento dell'uovo sulle alghe.

Le uova, finchè sono ancora piuttosto lontane dalla maturanza, posseggono un picciuolo, che è fatto d'una cellula che ritengo germinativa, benchè alquanto modificata; quest'è ingrossata all'estremità con cui s'unisce all'uovo ed affilata nel resto del corpo, sicchè vi si può distinguere un corto capo ed una coda lunga; il capo racchiude il nucleo e sta innicchiato in una infossatura dell'uovo. (V. tav. XI, fig. 9 e 10).

Nella *Claparèdi* (V. tav. V, fig. 15) il picciuolo è cilindrico ed è composto di parecchie (forse cinque o sei) cellule piccole e cubiche. Quando le uova di questa specie sono quasi mature, (V. tav. VI, fig. 9), il picciuolo è amorfo, ed in talune preparazioni mi sembra perforato.

Non ho avuto occasione di seguir passo per passo lo sviluppo delle uova. Questo però mi sembra certo: che, cioè, l'involucro delle uova non deriva dall'epitelio germinativo; esso è invece propaggine dell' involucro generale dell'ovaja (V. più avanti). Credo inoltre che le cellule allungate dell' epitelio germinativo dapprima si moltiplichino (in corrispondenza alla parte interna dell'ovaja) e così nascano delle cellule tondeggianti, le quali tutte ingrandiscono fino ad un certo punto. Allora lo sviluppo in alcune s'arresta; prosegue invece in altre, le quali lorchè sono diventate uova mature, escono fuori dall'ovaja. Allora quelle, il cui sviluppo s'era arrestato, ripigliano a crescere e diventano similmente uova mature.

Mi conduce a questa credenza il trovare costantemente uova molto giovani in numero grosso, rispetto a quello delle mature, o quasi. Non ebbi mai ragione di sospettare che uova giovani s'atrofizzassero, ò servissero di nutrimento ad uova elette per maturare.

Ho veduto le mature uscire dallo sbocco esterno dell' ovispermadotto, allungandosi in un asse e restringendosi in quello opposto.

Non ebbi invece la fortuna di sorprenderle durante il loro passaggio dall'ovaja nell' ovispermadotto. Mancando qualunque altra communicazione speciale, all' infuori delle irregolari interruzioni sovraccennate, resta verosimile che le uova passino attraverso di esse, forse ingrandendole. Esistendo queste interruzioni su tutta la lunghezza dell' ovispermadotto, è probabile che le uova giungano ad esso in diversi punti. Ciò è reso ancor più verosimile da questo fatto: vale a dire che non di rado si vedono uova mature in certi luoghi, posteriormente ai quali tutta l' ovaja è occupata da uova ancor lontane dalla maturanza; pare naturale che queste uova per uscire passino direttamente nell' ovispermadotto.

La *Bipunctata*, l'*Hexaptera* e la *Claparèdi* mi ovificarono nei bicchieri; le uova della prima si trovano per lo più isolate; invece quelle della seconda e della terza per gran parte rincontransi in mucchietti di tre, cinque, dieci, venti ecc.

Più il Chetognato è voluminoso, maggiore è il numero delle uova ch'esso depone.

I periodi della deposizione durano pochissimo, forse sempre meno di una giornata; essi alternano con altri che devono esser relativamente lunghi, in cui maturano le uova.

D'inverno nascono i piccoli nel breve termine di tre, quattro, cinque giorni; d'estate lo sviluppo è ancor più celere e bastano anche meno di trentasei ore.

Quasi non occorrono cure per ottener lo sviluppo delle uova di *Bipunctata* e di *Claparèdi*; non così per quelle d'*Hexaptera*, alle quali bisogna mutar l'acqua subito dopo la deposizione e durante lo sviluppo, almeno due volte al giorno.

Dacchè mi trovo a discorrere d'uova, ne toccherò una cosa che non saprei collocare in luogo più convenevole di questo.

Una parte del processo della fecondazione delle uova avviene forse costantemente fuori dell'ovaja, nell'acqua di mare. Benchè io non attendessi a ricerche speciali sovra questo processo, pure ebbi la fortuna di sorprenderlo parecchie volte ed una volta di seguirlo quasi per intero in un uovo di *Bipunctata*. In questo caso, ad un momento in cui erano evidentissimi il pronucleo mascolino e il pronucleo femminino, e quello andava avvicinandosi a questo; io vedea ancor abbastanza distintamente una figura che per l'ampiezza e la posizione, si poteva giudicar senza esitanza la vescicola germinativa; il pronucleo femminino era al suo centro; in appresso vidi fondersi il pronucleo femminino col mascolino; tenne dietro una segmentazione dell'uovo affatto regolare. Se questa mia osservazione verrà confermata, si potrà conchiudere che solo una parte della vescicola germinativa diventa pronucleo.

Ripiglierò ora il filo della mia descrizione dell'apparato femminile, del quale ho fatto conoscere due parti, cioè l'ovispermadotto e l'ovaja; mi rimane di parlar dell'invoglio e dei legamenti.

L'ovaja ha un invoglio completo, ma sottile; è fatto di uno strato di cellule pavimentose, a forme alquanto varie, ma tutte poligonali, tutte ampie (nell'*Hexaptera*) con nucleo centrale tondeggiante, od irregolare (V. tav. XI, fig. 11). Sulla superficie che guarda l'ovaja, quest'epitelio semplice è rinforzato da un sottilissimo strato a fibrille trasversali (rispetto alla lunghezza dell'ovaja). Tra quest'invoglio e le uova restano degli spazî verosimilmente ripieni di liquido nutritizio. L'invoglio manda dei sepimenti trasversali incompleti che percorrono l'ovaja e raggiungono le uova. Esso si continua anche sulla parte dell'ovaja, che s'inserisce all'area laterale.

Questa inserzione si fa direttamente, frammettendosi tra l'involucro e l'area un semplice fascio appiattito di fibre longitudinali.

Dall'estremità anteriore dell'ovaja (V. tav. XI, fig. 2), parte un fascio fibroso; il quale si porta in avanti e finisce press'a poco a livello del ganglio. Sembra che questo fascio sia in parte continuazione di quello che si trova alla linea d'inserzione dell'ovaja ed in parte sia formato da fibre, che originano all'estremità anteriore dell'ovaja stessa. Comunque sia, esso forma un legamento ovarico anteriore, il quale sembra doppio in alcune specie. In tutte risulta di fibre longitudinali, che non vidi striate trasversalmente, ma che sono sparse di rari nuclei allungati.

Questo legamento ovarico tiensi come l'ovaja, al confine ventrale dell'area laterale ed è dovunque interamente separato dalla musculatura generale.

Havvi inoltre un corto legamento ovarico di struttura fibrosa. Da' suoi rapporti io lo denomino *trasverso-posteriore*; per solito esso unisce l'estremità posteriore dell'ovaja al sepimento trasversale, in vicinanza all'ano. La disposizione però di questo legamento varia alquanto in parecchie specie.

Si deve infine considerar tra i legamenti (nella *Serratodentata*) certi fili anisti che vanno dall'ovaja all'intestino; sono trasversali, molto rari e si trovan su tutta la lunghezza dell'ovaja.

Finirò con alcune osservazioni embriologiche intorno allo sviluppo degli organi genitali.

A me sembrò che mentre si forma la gastrula, due cellule non si segmentino per qualche tempo; sicchè presto nella gastrula si mostrano differenti dalle altre, specialmente perchè possiedono un nucleo grande. Più tardi queste cellule si moltiplicano ed allora nell'*Hexaptera* si veggon quattro elementi reticolati, senza nuclei evidenti a fresco; per questa invisibilità dei nuclei a fresco e per non averli potuto dimostrare con reagenti, non posso dire se i quattro corpi reticolati sian quattro cellule, ovvero quattro gruppi di cellule. In *Claparèdi* ed in *Hexapterae* un po' più avanzate nello sviluppo credo d'aver cerziorato che quattro elementi, corrispondenti ai suddetti corpi reticolati, sono sparsi di parecchi corpicciuoli, che diventano evidenti coll'acido acetico e si coloran col carminio; il perchè debbonsi forse ritenere plurinucleati, ovvero aggregati di cellule.

I lavori di Bütschli e d'Hertwig lasciavano adito a sospettare che questi elementi invece di trasformarsi in genitali, diventassero gran parte del mesoderma; mi permettono di sventar questo sospetto, mie particolari osservazioni dirette su questo punto, nella *Bipunctata* e nell'*Hexaptera*.

Note Storiche.

Questo capitolo in Hertwig è brevissimo. Erroneamente egli assevera che l'epitelio germinativo è un sincizio e che l'ovispermadotto è al difuori dell'ovario.

Le interruzioni dell'ovispermadotto, i legamenti dell'ovario, la struttura dell'involglio ecc. gli sono sfuggiti.

Parte II. *Organi riproduttivi maschili.*
(V. tav. III, fig. 8 e 9 — tav. IX, fig. 7 — tav. XII, fig. 12).

Sono pari e collocati nella sezione caudale. Questa ha quasi la figura di una guaina da forbici, la cui estremità chiusa corrisponderebbe alla posteriore del Chetognato. È incavata; la cavità è divisa da quella del tronco per un sepimento trasversale; è assai più lunga che larga e un bel po' più larga che alta.

Essa è attraversata in tutta la sua lunghezza da un sepimento verticale mediano, che la divide in due cellette uguali; la destra serve per l'apparecchio maschile destro, la sinistra per il sinistro.

Ciascuno di questi apparecchi consta dei seguenti organi: 1° il testicolo solido, cilindrico, che è collocato alla parte antero-laterale della celletta; 2° la cavità d'incubazione degli spermatozoi, che è la celletta stessa, in grande, od in piccola parte; 3° il condotto deferente, che è press' a poco sulla stessa linea del testicolo, al didietro

di esso; 4° la vescicola spermatica, che forma una sporgenza laterale della sezione della coda, sporgenza poco lontana dall' estremità posteriore dell' animale e collocata tra le pinne medie e la caudale.

Entriamo nelle particolarità.

La parete della cavità caudale ci è già nota in gran parte, perchè fatta dall'involglio generale del corpo (epidermide, nervi e muscoli) che si continua sulla coda, senza interruzione alcuna.

Mi resta di far conoscere uno strato che ne tapezza la superficie interna. Si tratta però di uno strato molto incompleto, perchè manca nella parte in cui la parete dell'involglio generale è provveduta di muscoli, ed in quella dove gli stanno contigui i testicoli ed il condotto deferente; esso è perciò quasi limitato alla porzione posteriore delle aree laterali. È un epitelio semplice, a cellule cubiche, molto piccole, con nucleo relativamente grosso; possiede fors'anche qualche ciglio vibratile (V. più innanzi).

Ho già indicato la posizione di due sepimenti, cioè, d'uno *trasversale* che separa la cavità della coda da quella del tronco e d'un altro *longitudinal-mediano* che divide la prima in due cellette.

Quest'ultimo sepimento risulta composto di uno straterello amorfo, tapezzato alle sue due superfici da un epitelio affatto simile a quello che ho or ora descritto sulle aree laterali; all'estremità posteriore questo sepimento può presentare una piccolissima lacuna, per cui le due cellette communicano (ciò ebbi a riscontrare soltanto nella *Bipunctata* e non in tutti gli individui).

Anteriormente si divide in due pagine; ciò accade quand' è ancora un pochino discosto dall' estremità dell' intestino. Le due pagine formano il sepimento trasversale; esse non si dipartono però dal sepimento mediano ad angolo retto, ma descrivendo ciascuna una curva a convessità anteriore; sicchè il sepimento trasversale viene a presentare una concavità mediana (che guarda il celoma e sta davanti al sepimento mediano) ed una convessità a destra ed una a sinistra di questa concavità; la quale concavità non è esattamente riempiuta dall' intestino, ma tra l' intestino ed il sepimento resta una sorta di piccola lacuna, in cui si raccolgono forse umori nutritizî.

Il sepimento trasversale risulta di un sottil strato amorfo tapezzato ad ambe le superfici da endotelio, la cui intima struttura mi è restata incognita.

Il testicolo sta addossato alle aree laterali nelle loro parti contigue alla musculatura generale primaria ventrale; visto dalle superfici ventrale e dorsale appare per lo più alquanto assottigliato all' indietro ed ingrossato all' avanti; all'indietro finisce press'a poco all'estremità posteriore della pinna media; in avanti o finisce alquanto prima del sepimento, oppure fa una curva rapida in modo da diventar parallelo ad esso e ben presto finisce; talvolta però dopo aver per un momento secondato il sepimento, ridiscende un pochino, formando così una piccola porzione discendente, parallela ed interna rispetto alla porzione ascendente.

Questo incurvarsi e ridiscendere, ho veduto appena in alcuni esemplari di *Serratodentata*.

A fresco la parte del testicolo, che bagna nella celletta, appare ravvolta da uno straterello sottile a sporgenze nucleiformi verso la celletta stessa; l' esistenza di questo straterello non ho potuto confermare sui tagli.

Dall'estremità anteriore del testicolo si staccano dei globi (*cumoli spermatici*) e cadono nelle cellette e diventano fasci di spermatozoi.

Come si menzionò, in alcune specie (le piccole), tutta la celletta, ad eccezione dello spazio occupato dal testicolo e dal condotto deferente, serve all'incubazione dei cumuli spermatici; in altre (le lunghe) serve appena la parte posteriore esterna.

Nel primo caso la celletta è semplice (nella *Claparèdi*) (¹), oppure viene attraversata da un proprio sepimento (*sepimento secondario*) quasi parallelo a quello mediano longitudinale; esso si congiunge circa alla parte mediana-longitudinale dei nastri musculari dorsali e ventrali e s'estende dal livello dell'estremità posteriore delle pinne medie fin poco indietro del setto trasversale; esso divide per metà buona parte delle cellette. Questo sepimento a fresco mostra rare sporgenze nucleiformi, ma sui tagli m'apparve sempre amorfo

Differente è la disposizione nell'*Hexaptera* e nelle altre specie grosse. Poco prima dell'estremità posteriore delle cellette comincia un sepimento verticale attaccato da una parte alla parete dorsale e dall'altra alla ventrale; esso si spinge più o meno in avanti a seconda del grado di sviluppo sessuale maschile (V. il paragrafo sulla Spermatogenesi); si curva verso l'area laterale e su di essa finisce, non superando però mai l'estremità posteriore del testicolo. Si forma così una sorta di *tasca secondaria* della celletta; tasca che per la sua posizione si può dire posteriore-esterna; ed è a due pareti, una formata dall'area laterale, l'altra dall'or ora descritto sepimento secondario; l'apertura o sbocco è fatto a spese di questo sepimento ed è all'estremità posteriore della tasca e quindi anche delle cellette; il fondo ceco vien ad essere anteriore. La tasca è più o meno lunga, a seconda che l'animale è più o meno maturo. Il sepimento secondario è sottile, come quello delle specie piccole; in rispetto alla struttura posso accennare soltanto la presenza di nuclei sporgenti verso il sepimento mediano.

I cumuli spermatici, staccandosi dal testicolo cadono nella celletta; discendono alla sua estremità posteriore tra il sepimento secondario ed il mediano, e di qui passano per l'apertura sopradetta nella tasca secondaria.

Da questa tasca nelle specie grosse, da tutta la celletta nelle piccole, o, in in una parola, dalle cavità d'incubazione, lo sperma passa nella vescicola spermatica per mezzo dei condotti deferenti. Questi si sviluppano quasi parallelamente allo sviluppo degli spermatozoi, sicchè per formarcene un concetto sufficiente occorre studiarli in animali maschilmente maturi (²).

Il condotto deferente (V. tav. XII, fig. 8) corre senza convolute dalle vicinanze dell'estremità posteriore del testicolo fino alla vescicola spermatica; è poggiato sopra la parte dell'area laterale, che è contigua alla musculatura generale primaria dorsale. Esso sbocca nella vescicola spermatica, traforando l'area laterale.

Offre piccole varietà a seconda della specie del Chetognato. Nell'*Hexaptera*

(¹) Nelle cellette della *Claparèdi* riscontrai una rete, a maglie irregolari ed amorfe; dubito che sia effetto di coagulazioni agoniche e postmortali.

(²) Ne'giovani senza cumoli spermatici non scoprii alcuna communicazione tra la celletta e l'esterno.

ed in altre specie lunghe è relativamente corto ed al suo sbocco interno si dilata quasi ad imbuto. Nella *Bipunctata* e nella *Claparèdi* è un tubillo minutissimo e relativamente lungo; nella *Serratodentata* è simile, ma possiede una dilatazione verso la celletta, poco prima del suo sbocco interno.

L' estremità anteriore del canale non sorpassa mai l' estremità posteriore delle pinne medie, nell'*Hexaptera ;* invece la sopravanza di molto nelle specie corte.

L'apertura di communicazione del condotto deferente colla cavità del testicolo si studia comodamente nell'*Hexaptera ;* è una larga apertura, approssimativamente circolare ed in un piano obliquo dall' alto al basso e dall' esterno all' interno. Nella parte, dove il canale è addossato alla parete del corpo, l' apertura è segnata da un cercine sporgente, quasi valvula incompleta.

La struttura di questo canale si studia comodamente sulle sezioni trasversali (V. tav. X, fig. 11 e 12).

In queste il canale suol presentarsi chiuso, o quasi. Il lume appare come una linea in direzione dorso-ventrale; esso è tapezzato da un semplice strato di epitelio a cellule cubiche, simili a quelle che ho descritte sulle aree laterali e nel sepimento mediano.

Al di là di questo epitelio; nella porzione, dove il canale tocca l'area laterale, si trovano immediatamente gli strati proprî dell'involucro generale del corpo (muscolatura generale secondaria, strato nervoso, epidermide); invece, in quella porzione del canale, che sporge nella celletta, si trova un'anista e poi uno strato di epitelio ancor simile; in alcuni punti però a cellule un po' più alte.

Il cercine dello sbocco risulta di parecchi (due ?) strati di epitelio cubico, ancor esso simile a quello che tapezza le aree laterali ed il canale.

Il punto d' immissione del condotto deferente nella vescicola spermatica è alquanto vario; così, per es. è all'estremo anteriore di questa nella *Bipunctata* e nella *Claparèdi*, è quasi alla metà della sua lunghezza nella *Serratodentata.* Questa vescicola spermatica (V. tav. X, fig. 10) sta fra le pinne medie e le impari ed è una papilla, che occupa tutta la larghezza dell'area laterale.

La forma di questa papilla ed il modulo della cavità variano non soltanto coll'epoca dello sviluppo dell'animale, ma anche con le varie specie. La papilla è quasi sfera appiattita alla sua superficie d'unione colle aree laterali, nell'*Hexaptera*, nella *Lyra* e nella *Magna;* nella *Claparèdi* è ovoidale, ad asse maggiore antero-posteriore; infine nella *Bipunctata* (V. tav. XII, fig. 5 e 7), nella *Serratodentata* e nella *Minima* è irregolare e vista dalle superfici dorsale e ventrale ha sezione ottica press'a poco in forma di triangolo rettangolo, con un cateto anteriore-trasversale corto, con l'altro longitudinale, lungo e corrispondente all'attacco della papilla sull'area laterale.

La cavità della vescicola spermatica assume parimenti diverse forme (sferoidale, ovoidale, a bozzolo non simmetrico ecc.).

È assai difficile di formarsi un concetto adequato sullo sbocco esterno della vescicola (V. tav. XII, fig. 5).

Esercitando una compressione metodica sovra una vescicola ripiena di sperma, di solito senza difficoltà si può farnelo uscire; ma il punto d' uscita non è costante, sicchè sembrerebbe che si fosse formata una falsa strada. Alle volte però, ancorchè

si faccia una forte pressione, gli spermatozoi non escono; da onde il dubbio che non siavi un vero meato, ma che si formi una fessura all'atto dell'emissione.

Nella *Bipunctata* si vede spesso uscir gli spermatozoi lungo l'ipotenusa del sopradetto triangolo, in un punto vicino all'angolo acuto anteriore; ciò però si verifica sempre su individui, la cui vescicola non è integra, ha perduto, cioè, la callotta chitinoide, che descriverò più innanzi.

Nella *Minima* però esiste certamente un vero meato circolare quasi in corrispondenza al punto sopradetto nella *Bipunctata*. Da un punto ancora simile vidi di sovente uscir gli spermatozoi nella *Serratodentata*. Nella *Claparèdi* invece ne osservai più volte la fuoruscita dall'estremo posteriore della vescicola.

I tagli per dimostrare questo sbocco riescon poco conclusivi, come s'intenderà meglio più innanzi.

La vescicola nella *Bipunctata* (V. tav. XII, fig. 7), nella *Serratodentata*, nell'*Enflata* e fors'anche in tutte le altre specie, è adorna di certi fregi, dei quali non mi son potuto formare un concetto intero (V. tav. XII, fig. 7). Si tratta di una specie di *callotta* a disco splendente che ricopre la parte anteriore e sporgente della vescicola; mi parve una callotta ad orlo intero nell'*Enflata*, ad orlo dentato nella *Bipunctata* ed infine è una callotta a due cocuzzoli, che sorgono dalla sua faccia convessa, nella *Serratodentata* (V. tav. XII, fig. 8). Riesce spessissimo di osservar tale organo in quest'ultima specie; laddove di solito non è presente nelle prime due; la mancanza non costituisce una naturale varietà, ma è da riferirsi a casuale mutilazione.

La parte posteriore della vescicola spermatica è colorita d'ordinario di nero bruno, ovvero di *bleu marin*; nella *Claparèdi* è sempre gialla.

Sui tagli (V. tav. X, fig. 10) riconosciamo la struttura di questa vescicola. Nell'*Hexaptera*, epidermide più o meno modificata la involge ovunque, tranne una piccola porzione mediana-longitudinale della faccia contigua all'area laterale; quivi la vescicola si trova in parte a ridosso della musculatura generale secondaria, in parte a ridosso dell'epitelio della cavità caudale stessa. Tutta la vescicola spermatica è tapezzata da uno strato d'epitelio; esso è fatto di cellule cilindriche molto granellose, con nucleo basilare, le quali sono probabilmente capaci di una secrezione mucosa. Allo sbocco esterno l'epitelio e l'epidermide sono interrotte, in modo che non si può decidere con tutta sicurezza se è avvenuta una rottura all'atto dell'emissione dello sperma, oppure se si tratta di un vero orificio; io propendo verso questa seconda supposizione.

Il colore dell'epidermide deriva da granuli di pimmento sparsi in cellule pavimentose, poligonali, a contorno regolare. La callotta (V. tav. II, fig. 12, 13 e 15) è fatta d'elementi apparentemente chitizzinati, la cui forma varia alquanto; nell'*Enflata*, visti di fronte, sono poligoni, piccoli, splendenti e separati l'uno dall'altro da uno spazio chiaro non splendente; questi poligoni sono piccoli, irregolari, addossati l'uno all'altro, e splendenti, però con uno spazio centrale tondeggiante chiaro e non splendente, nella *Serratodentata*; nella *Bipunctata* questa callotta m'apparve senza elementi speciali, ma soltanto granellosa e rilucente.

Nella vescicola spermatica probabilmente gli spermatozoi raggiungono la loro maturanza, come si dirà meglio più sotto.

Il riempimento della vescicola accade a poco a poco; il condotto deferente, una volta cominciato il passaggio degli spermatozoi, ne resta a permanenza ingombro. E perciò ch' io non so con certezza, se esso sia fornito o no di ciglia; devo dir però che in un caso mi sembrò di vederle.

Una quistione qui trova luogo convenevole ed è quest'essa: com'è che lo sperma arriva nell'ovaja? i Chetognati sono autogami, od eterogami?

Di regola accade che i loro prodotti sessuali mascolini maturino appena poco prima dei femminini. La *Minima* offre un'eccezione. In questa avanti che comincino a staccarsi i cumoli spermatici del testicolo, l'ovispermadotto può presentarsi già ricolmo di sperma; questo sperma appartiene certo ad un altro individuo. Siamo perciò davanti ad un caso di eterogamia; il quale è forse la spia di ciò che accade nelle altre specie.

A credere generale cotale eterogamia, concorrono altre ragioni, tra cui principale mi sembra la presenza del setto, che completamente divide i genitali maschili dai femminili.

Un altro supposto (vale a dire che l'animale ripieghisi sovra sè stesso in modo da portare il meato della vescicola a contatto di quello dell' ovispermadotto), mi sembra poco probabile; movimenti in cotali direzioni non ho mai constatati e, al mio credere, la musculatura per la sua peculiare disposizione mal si presta a compierli.

Ritengo adunque che i Chetognati siano eterogami. Resta di decidere il come gli spermatozoi passino nell'ovispermadotto.

Non posso imaginarmi una migrazione spontanea degli spermatozoi dalla vescicola all'ovispermadotto, perchè non mi riescì di constatare negli spermatozoi un vero movimento di traslazione.

Che sia affidato al muoversi dell'acqua del mare la consegna dello sperma all'ovispermadotto ejaculato, non è cosa impossibile. È però più probabile che avvenga costantemente un'apposizione della vescicola spermatica allo sbocco dell'ovispermadotto.

Il pimmento della vescicola ([1]) comincia a comparire, quando l'animale s'approssima alla maturanza; potrebbe per avventura considerarsi come un carattere sessuale secondario?

Spermatogenesi (V. tav. XIII, da fig. 1 a fig. 31). — Lo studio della spermatogenesi è irto di difficoltà.

Premetto quindi alcune notizie sulla scelta e sulla preparazione del materiale. I primissimi stadî s'esaminano bene in animali giovani, di qualunque specie. I successivi fino alla comparsa dei filamenti spermatici, nelle specie grandi sono rilevabili più facilmente che nelle piccole.

Tutti questi stadî si possono osservare ottimamente in individui conservati coi metodi già in addietro menzionati. Gli ulteriori però voglionsi studiare a fresco, chè in nessun altro modo ne ottenni preparati soddisfacenti.

Per gli ultimi stadî, la *Bipunctata* si presta molto bene.

Il processo, da quanto ho veduto, essenzialmente è uguale in tutte le specie; perciò ne tratterò cumulativamente.

([1]) Nelle *Hexapterae* mature trovai pimmento giallo allo sbocco esterno dell'ovispermadotto.

In addietro ho accennato allo sviluppo degli organi maschili fino ad un momento in cui i testicoli risultano forse di una cellula plurinucleata con nuclei minutissimi (1° *periodo*). Così sono nei neonati; poco più tardi (2° *periodo*) per un processo, a cui ho mancato di tener dietro, essi si trovano formati di cellule a nucleo grandissimo; al contorno di questi nuclei si notano dei granuli, che anneriscono nell'acido osmico; il protoplasma delle cellule è ridotto ad un sottilissimo velamento; i contorni sono mal definiti (V. tav. XIII, fig. 8).

Fin qui il testicolo ha una struttura ancora del tutto simile a quella dell'ovaja. In un periodo successivo (3° *periodo*) alla parte anteriore del testicolo, che si è allungato ed ingrossato, si distinguono cellule simili a quelle or cennate, ma raccolte in tanti globetti. Questi globetti, che si possono denominare cumoli spermatici, sono addossati l'uno all'altro. La loro grandezza varia in uno stesso individuo; di regola nei cumoli maggiori, le cellule sono maggiori, minori invece nei minori (V. tav. XIII, fig. 9 e 10).

In appresso (4° *periodo*) accade che i cumoli collocati più anteriormente si staccano ad uno ad uno dal testicolo e passano nelle cellette d'incubazione. Le cellule nei cumoli liberi conservano per un certo tempo i caratteri dello stadio precedente. In alcuni notai chiaro un fatto che forse verificasi già prima che si stacchino; cioè che le cellule (V. tav. XIII, fig. 11 e 12) sono disposte quasi come raggi attorno al centro del cumolo e che esse sono per lo più peri-fusiformi. I cumoli liberi sono essi pure di svariate grandezze; la loro superficie mi parve per lo più liscia (V. tav. XIII, fig. 1 e 2). Già a fresco quando circolano ancora (V. più innanzi) mostrano dei punti di rifrangenza peculiare, ch'io giudico vacuoli pieni di liquido acquoso.

Vien dopo (5° *periodo*) uno stadio in cui i nuclei delle cellule nei cumoli, s'infarciscono di bastoncini, che si possono veder anche senza reagenti e si tingon forte con le varie sostanze coloranti.

Progredendo lo sviluppo (6° *periodo*) (V. tav. XIII, fig. 13 a 18) i nuclei delle cellule impiccoliscono; anche i bastoncini vanno diventando più piccoli. Così si passa a piccole cellule con nucleo molto piccolo (nel quale son pochi e sottilissimi bastoncini) e con protoplasma relativamente abbondante.

Ad uno stadio ulteriore (7° *periodo*) (V. tav. XIII, fig. 3, 20, 21 e 22) dalla periferia del cumolo sporgono processi filiformi molto delicati, sicchè il cumulo si può paragonare ad un riccio di castagna; precisando, dalla superficie periferica delle singole cellule (*cellule seminifere*) parte un processo ([1]).

Nel periodo successivo (8° *periodo*) i processi vanno allungandosi; quelli d'un cumolo si riuniscono in fascicoli; poi allungandosi di più i processi, man mano i singoli fascicoli si riuniscono in modo da formar parecchi fasci; e viene un momento in cui da un cumolo non partono che tre, o due, od anche un sol fascio; quando ne partono due, possono esser opposti l'uno all'altro per modo che il cumolo prende l'aspetto d'un fuso, ovvero possono partire dal cumolo paralleli, come gli arti inferiori del nostro tronco; quando ne partono tre, di solito, due sono avvicinati l'uno all'altro, ed in direzione opposta al terzo (V. tav. XIII, fig. 4, 5, 6 e 7). Contemporaneamente

([1]) Eccezionalmente ne partono due.

all'allungarsi del processo, il protoplasma, donde esso dipartesi, diminuisce alquanto; ma il nucleo resta quasi immutato e tondeggiante, come tondeggiante appare anche il contorno delle cellule. Il protoplasma è diminuito ma il nucleo resta visibile, ancora quando i processi hanno quasi raggiunto la massima loro lunghezza.

Allora (9° *periodo*) essi non soltanto sporgono dalle cellule, ma s'estendono anche attraverso di esse (designandovi una corda, non mai un diametro); e talvolta ne fuorescono di nuovo ma per brevissimo tratto; perciò la cellula non appare collocata più ad un'estremità, ma alquanto prima d'un'estremità del processo (V. tav. XIII, fig. 24 e 25).

Successivamente (10° *periodo*) protoplasma e nucleo vanno via via impiccolendosi; alla perfine scompaiono; i processi così diventano spermatozoi; pare certo che il nucleo non si trasformi direttamente in una parte dello spermatozoo.

In uno stesso cumolo le cellule si presentano tutte in un medesimo periodo di sviluppo; il periodo invece può variare nei varî cumuli d'una celletta spermatica.

È possibile trovar animali nel 1° periodo; il 2° si combina sempre col 1°; il 3° col 1° e col 2°; il 4° col 1°, 2° e 3°; e così via via fino al 10°.

Sembra però che i periodi dal 4° fino al 10° siano brevissimi; ciò perchè si trovano di solito combinati assieme in un solo animale.

L'opposto accadrebbe dal 1° al 4°, inquantochè è facile trovar animali arrivati soltanto ad uno qualunque di essi.

Il testicolo dopo un certo tempo cessa di produr cumoli, accade perciò di trovar le cellette senza cumoli; e senza spermatozoi il condotto deferente e la vescicola, benchè sviluppati, come negli individui maschilmente maturi.

I bastoncini sovraccennati meritano special considerazione; benchè non abbia potuto chiarirmi del tutto sulla loro significazione, questo però tengo saldo ch'essi cioè, quale che sia la loro natura, non rappresentano parti di spermatozoi in via di sviluppo, come si potrebbe immaginare a tutta prima. E nel fatto questi bastoncini, man mano che progredisce lo sviluppo degli spermatozoi, vanno impicciolendosi e rarefacendosi; da ultimo restano cellule, ciascuna *delle quali benchè ne possieda ancora parecchi, pure non isviluppa che uno spermatozoo.*

Debbo qui aggiungere che in un cumolo con cellule contenenti bastoncini, può trovarsene qualcuna in cui essi mancano.

Credo fondato il dubbio che i bastoncini accennino a moltiplicazioni di cellule, per divisione.

Egli pare che da una cellula di un cumolo al primo stadio di sviluppo (cellula germinativa) si prolifichino parecchie cellule seminifere; la quistione non si può decidere con sicurezza perchè, com' ho già detto, insieme a cumoli inoltrati nello sviluppo, se ne trovan sempre di quelli giovani in svariati periodi; e perchè i cumoli spermatici, in uno stesso individuo e ad uno stesso stadio di sviluppo, possono esser di diverso volume.

Ripeto però che la detta prolificazione è probabile; inquantochè nei cumoli, con processi ancora isolati e molto corti, i nuclei possono esser collocati eccentrici, rispetto alle proprie cellule; ed in modo che, dove se ne vede uno, vicinissimo se ne trova un altro; o, con altre parole, le cellule del cumolo hanno nucleo eccentrico

e sono appaiate in guisa che i nuclei si trovano vicinissimi due a due. Com' è risaputo, in generale un simile ordinamento occorre là dove le cellule si sono di recente moltiplicate.

Ho però notato un fatto, che può sembrar contrario al mio supposto; si trovano, cioè, delle cellule isolate in forse tutti i periodi di sviluppo fino a quello di spermatozoo perfetto; da onde si potrebbe credere che una cellula testicolare desse origine ad un solo spermatozoo. È però possibile un' altra interpretazione: potrebbe darsi, cioè, che delle cellule si isolassero dai cumoli spermatici, in varie epoche del loro sviluppo; e, perchè vi sono cumoli spermatici fatti soltanto di pochissime cellule, niente vieta di credere che si moltiplichino quelle, cui toccò in sorte di distaccarsi, quand' erano ancor giovani.

Debbo soggiungere due parole di certi fatti, che ebbi ad osservare non di rado soprattutto nella *Serratodentata* (V. XIII, fig. 29, 30 e 31). Si tratta di cellule isolate, od in cumoli, tondeggianti, a contorno preciso, con nucleo relativamente grosso e sparso di bastoncini; insiem alle quali, nel medesimo cumolo o disseminate qua e là nella medesima celletta d'incubazione, si trovano altre, a contorno netto e contenenti un vario numero di nuclei; che per lo più sono relativamente grossi e sparsi di bastoncini.

Talvolta nella *Bipunctata*. (V. tav. XIII, fig. 27-28) si vedon cellule elittiche isolate, con due nuclei disposti nel senso dell' asse maggiore; vicino a queste si trovan cellule ancora elittiche, ma ad assi meno differenti l' uno dall' altro e con quattro nuclei, due nel senso d'un asse e due nel senso dell'altro; ossia, in una parola, con quattro nuclei disposti a croce.

Queste cellule della *Bipunctata* e quelle, che ho detto prima della *Serratodentata*, indicano per avventura un processo speciale di formazione di nuovi cumoli spermatici; certe cellule, invece che diventar spermatozoi, si moltiplicherebbero per guisa da produrre, in una maniera insolita, od ingrossamento di quelli, in cui esse cellule si trovano, o nuovi cumoli spermatici.

Infine non voglio tralasciare un' altra forma di cellule, il cui significato, come quello di tanti e tanti altri fatti da me veduti nei Chetognati, mi è rimasto affatto sconosciuto. Son cellule che s'incontrano isolate tra i cumoli, alle volte in numero piuttosto grosso, di solito rarissime; vanno provvedute di una sorta di vacuolo tondeggiante eccentrico, il quale, a quel che sembra, ha sospinto tutto il protoplasma verso una parte della periferia; questo protoplasma così addensato si tinge fortemente; non così il loro vacuolo. È per tutto ciò che esse cellule rassomigliano decisamente a certe altre di altre classi animali, raffigurate dagli autori, come cellule in cui si sviluppa uno spermatozoo. Gli stadî da me dianzi accennati sono prova che le cellule in discorso per lo meno non rappresentano uno stadio del processo di sviluppo solito ad avverarsi per gli spermatozoi dei Chetognati.

Mi rimane di parlare degli spermatozoi maturi.

Essi sono criniformi e finissimi; la lor lunghezza varia molto nelle varie specie; sono lunghissimi nella *Claparèdi;* più piccoli nella *Minima;* piccolissimi nella *Serratodentata*; nell'*Hexaptera* e nella *Bipunctata* s'avvicinano alla lunghezza di quelli della *Minima.*

La lunghezza degli spermatozoi non è perciò in proporzione diretta colla lunghezza del Chetognato.

Nella *Claparèdi* e nella *Minima* gli spermatozoi, prima che sian del tutto maturi (lo che non è ancora all'epoca che i fasci si disciolgono e passano nel condotto deferente, ma si verifica intanto che sono nella vescicola spermatica) appaiono trasversalmente striati; e la striatura è regolarissima tantochè mal si distinguerebbero da fibrille muscolari striate.

Gli spermatozoi dei Chetognati non hanno vera testa.

Nella *Claparèdi* (V. tav. XIII, fig. 26) si vede distintamente che le due estremità sono alquanto dissimili; all'una lo spermatozoo s'attenua a grado a grado; all'altra d'un tratto s'assottiglia. Tanto nell'una parte quanto nell'altra, lo spermatozoo immaturo non mi sembrò striato.

Non ho potuto decider se e quale estremità possa dirsi anteriore. Forse in tutte le *Spadelle* amendue le estremità sono gradualmente affilate ed indistinguibili l'una dall'altra.

Lo spermatozoo fa dei movimenti svariati; il perchè appare or come una spirale, or come una linea serpentina; ora invece quasi dritto con una, od amendue le estremità ravvolte a spira. Questi movimenti però si riducono sempre ad un rotearsi sovra sè stesso in vario senso; una vera traslazione dello spermatozoo non venne da me constatata.

I movimenti rotatorî cominciano nelle cellette qualche tempo dopochè dai fasci sono scomparse le cellule formatrici.

Gli spermatozoi aderiscono facilmente alla superficie del corpo dei Chetognati. Essi sogliono agglomerarsi; talvolta escono dalla vescicola in una massa, che ne riproduce la forma e che tal quale si conserva per parecchie ore.

Finirò raccontando una singolare circolazione offerta dai cumuli, quando sono dentro le cellette d'incubazione (nella *Bipunctata*, *Serratodentata*, *Draco* e *Minima*) (V. tav. IX, fig. 3).

Ella può mancare (nella *Claparèdi*); od essere limitissima (nelle specie grandi).

In quest'ultimo caso si possono veder i cumoli vicino al setto mediano, o fermi, o roteanti intorno a sè stessi, o discendenti; quelli che sono già arrivati nella tasca per lo più sono fermi; alle volte però qualcuno di quelli che sono posteriori, cioè entrati per ultimi, si presenta in lenta rotazione intorno ad un suo asse.

In certe specie piccole, com' ho detto, accade una vera circolazione.

In quel tratto delle cellette, attraverso cui s'estende il sepimento secondario, i cumoli ascendono lungo l' area laterale ([1]); secondano quindi il sepimento trasversale; discendono lungo quello mediano; e, arrivati all'estremità posteriore del sepimento secondario, in parte riascendono, passando sull'area laterale; in parte invece continuano a discendere, seguendo sempre il sepimento mediano e, dopo d'essersi portati, più o meno, verso l'estremità posteriore, riascendono lungo l'area laterale e proseguono fino a rientrare nella circolazione attorno al sepimento secondario; il rientrare accade a livello della estremità posteriore di questo.

([1]) Descrivo questa circolazione quale appare in animali visti di fronte.

Alcuni cumoli però non raggiungono questo livello e dopo d'essere un po' ascesi lungo l'area laterale, ripassano sul sepimento mediano e ridiscendono. Havvi perciò quasi una doppia circolazione; una anteriore e più regolare (attorno al sepimento secondario); l'altra posteriore e meno regolare.

All'estremità posteriore delle cellette si vedon, non di rado, dei cumoli immobili.

Nel circolo anteriore si nota maggior attività alla parte esterna della colonna ascendente ed alla parte interna della discendente, anzi di spesso i cumoli addossati al sepimento secondario non si muovono; questi cumoli non restano costantemente immobili, dacchè or l'uno, or l'altro di essi vien trascinato nel circolo, come pure or l'uno or l'altro di quelli mobili si porta verso il sepimento secondario e diventa immobile. La forma e la grandezza svariatissima dei cumoli sono la ragione di siffatti spostamenti, che hanno appunto per effetto un' alternativa di riposo e di moto per i varî cumoli.

La celerità della circolazione è soggetta a variare; talvolta in certi punti si sospende per un istante.

La circolazione è vivace tanto allorchè nelle cellette sono pochi cumoli, quanto allorchè ne sono molti [1].

Se vi sono amibe (adulte o larve monadiformi), lo che accade non di rado, anch'esse possono trovarsi in preda a circolazione, precisamente, come i cumoli.

Non saprei spiegar la circolazione qui descritta altrimenti che supponendo, nell'epitelio delle aree laterali e del sepimento mediano, delle ciglia vibratili, che io però non ho mai potuto vedere.

Note Storiche.

L'anatomia grossolana dei testicoli era già quasi del tutto nota prima di Hertwig, il quale v'aggiunse alcune particolarità istiologiche.

Il sepimento secondario fin qui non è stato accennato che dubitativamente da Darwin.

La callotta splendente della *Bipunctata* è stata veduta da Krohn due volte e creduta propria di una specie, che lasciò innominata.

Il pimmento della vescicola spermatica vien notato già da Gegenbaur.

Hertwig non vide nè sepimenti secondarî, nè cellette, nè pimmenti.

La disposizione propria delle specie grosse vien da me descritto per la prima volta.

Soltanto Krohn e Wilms dissero alquante cose sulla spermatogenesi, in termini però affatto generali.

La circolazione dei cumoli è stata brevemente ricordata da Krohn e da Darwin; Hertwig sbagliò a ritenere che accadesse uniformemente in tutte le specie.

---

[1] L'estremità posteriore della celletta alle volte non contiene alcun cumolo.

BIBLIOGRAFIA DEI CHETOGNATI

1. Balfour, *Comparative Embryology.* Vol. 1, p. 303; Vol. 2, p. 289, 394, 612, 616. 1880-81.

2. Bütschli, *Zur Entwicklungsgeschichte der Sagitta.* Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. 23, p. 409-413. 1873.

3. Id. *Zur Entwicklungsgeschichte des Cucullanus elegans.* Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. 26, p. 108-110. 1876.

4. Id. *Untersuchungen über freilebende Nematoden und die Gattung Chaetonotus.* Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. 26, p. 393 u. 394. Anmerk. 1876.

5. Burmeister, *Zoonomische Briefe.* Theil 2. p. 124 1865.

6. Busch, *Beobachtungen über Anat. und Entwickelung einiger wirbellosen Seethiere.* p. 93-100. 1851.

7. Busk, *An account of the structure and relations of Sagitta bipunctata.* Quart. journ. of microsc. science. Vol. 4, p. 14-27. 1865.

8. Claparède, *Beobachtungen über Anatomie und Entwicklungsgeschichte wirbelloser Thiere an der Küste der Normandie angestellt.* p. 9, u. 10. 1863.

9. Claus, *Grundzüge der Zoologie.* 4te. Auflage. 1879.

10. Darwin Ch., *Observations on the structure and propagation of the genus Sagitta.* The Annals and magazine of natural History. Vol. XIII, p. 1-6. 1844. Frorieps Neue Notizen 1844. Nr. 639, p. 3 u. Annales des sciences naturelles. Sér. III. T. I. 1844.

11. Eydoux u. Souleyet, *Voyage autour du monde exécuté pendant les années* 1836 et 1837 *sur la corvette Bonité.* Zoologie. T. II, p. 645-657. Atlas. Vers. Pl. I. 1852.

12. Fol, *Recherches sur la fécondation et le commencement de l'hénogenie chez divers animaux.* Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, T. XXVI. 1879. Separatausgabe p. 35-38, p. 109-112, p. 193-197.

13. Forbes, *L'Institut.* Journal universel des sciences et des sociétés savantes en France et à l'étranger. I section, T. XI, 1843, p. 358, und Annals of natur. Hist. 1843.

14. Gegenbaur, *Grundzüge der vergleichenden Anatomie,* 1859 u. Zweite Aufl. 1870.

15. Id. *Ueber die Entwicklung von Doliolum, der Scheibenqvallen und von Sagitta.* Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. V, p. 13-16. 1854.

16. Id. *Ueber die Entwicklung der Sagitta.* Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Halle. 1856. Als Separatabdruck erschienen mit der Jahreszahl 1857. Tradotto in inglese nel Quarterly journal of microscop. science, VII, p. 47.

17. Giard et Barrois, *Note sur un chaetosoma et une Sagitta, suivie de quelques réflexions sur la convergence des types par la vie pélagique.* Revue des sciences naturelles. T. III. 1875.

18. Grassi. *Intorno ai Chetognati,* Atti r. Ist. lomb. 1881 aprile. Ser. 2. Vol. XIV, Fas. VI.

19. Harting, *Leerboek van de Grondbeginseln der dierkunde.* Wormer p. 616-621.

20. Häckel, *Generelle Morphologie.* 1860.

21. Hertwig Oscar, *Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies.* Dritter Theil. Morph. Jahrbuch. Bd. IV, p. 188-190. 1878.

22. Id. *Ueber die Entwickelungsgeschichte der Sagitten.* Sitzungsberichte der Jenaischen Gesellschaft fur Medecin u. Naturwissenschaft. Jahrg. 1880. Sitzung vom 23 Januar.

23. Id. *Die Chaetognaten*: eine Monographie. Mit 6 Tafeln. 1880.

24. Hertwig Oscar u. Richard, *Die Coelomtheorie.* 1881.

25. Huxley, *Grundzüge der Anatomie der wirbellosen Thiere.* Deutsche Ausgabe von Spengel 1878, p. 559-563 u. 599.

26. Id. Report of the twenty-first meeting of the british Association, held at Ipswich 1851. Notices and abstracts of miscellaneous communications to the sections. p. 77-78. 1852.

27. Id. *L'Institut* p. 375 1851.

28. Keferstein, *Untersuchungen über niedere Seethiere.* Zeitschrift. f. wissensch Zool. Bd. XII, p. 129.

29. Kent, *On a new species of Sagitta from the south Pacific* (S. tricuspidata). The Annals and magazine of natural History. 4 Serie, Vol. V, p. 268-272 1870.

30. Kowalevsky. *Phoronis.* Doctor-Dissertation, 1867 (russisch).

31. Id. *Entwickelungsgeschichte der Sagitta.* Mémoires de l'Académie impériale des sciences de St. Pétersbourg. VII Série, T. XVI, N. 12, p. 7-12. 1871.

32. Id., *Nabliowdenia nade razvetieme Brachiopodo*, p. 34. 1874.

33. Krohn, *Anatomisch-physiologische Beobachtungen über die Sagitta bipunctata.* 1844. Uebersetzt in Annales des sciences natur. 1845.

34. Id. *Ueber einige niedere Thiere.* Archiv f. Anat., Physiol. u. wissensch. Med. p. 140-141. 1853.

35. Id. *Nachträgliche Bemerkungen uber den Bau der Galtung Sagitta nebst der Beschreibung einiger neuen Arten.* Archiv f. Naturgeschichte. Jahrg. 19, Dd. I. p. 266-277. 1853.

36. Langerhans, *Die Wurmfauna von Madeira* III. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. 34, p. 132-136. 1880.

37. Id. *Das Nervensystem der Chaetognathen.* Monatsbericht der königl. Academie der Wissenschaften zu Berlin. 14 März 1878, p. 189-193.

38. Leuckart, *Zoologische Untersuchungen.* Heft III, p. 3. 1854.

39. Id. Archiv f. Naturgeschichte. 1854, 1856, 1857, 1859, 1860. Bd II. Jahresbericht.

40. Id. *Ueber die Morphologie und Verwandtschaftsverhältnisse der wirbellosen Thiere.* pag. 76. 1848.

41. Leuckart u. Pagenstecher, *Untersuchungen über niedere Seethiere.* Archiv f. Anatomie, Physiologie u. wissenschaftl. Med. p. 593-600. 1858.

42. Lewes, *Naturstudien*, p. 243. 1859.

43. Leydig, *Vom Bau des thierischen Körpers*, p. 131 u. 134. 1864.

44. Meissner, Zeitschrift für rationelle Medicin. Dritte Reihe. Bd. I. 1857. Bericht über die Fortschritte der Anatomie u. Physiologie im Jahre 1856, p. 637-640.

45. Metschnikoff, Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. 17, p. 539.

46. Milne Edwards, Annales des sciences nat. 3 Série. T. III, p. 114. 1845.

47. Möbius, *Vermes.* Zoologische Ergebnisse der Nordseefahrt vom 21 Juli, bis 9 September 1872. Separatabdruck aus dem II Jahresbericht der Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel, p. 158-159. 1874.

48. Moseley, *On the colouring Matter of Various Animals* (Challenger). Quart. journ. of microsc. science, p. 12. 1877.

49. Müller Joh., *Fortsetzung des Berichtes über einige neue Thierformen der Nordsee.* Archiv f. Anatomie, Physiologie u. wissenschaftl. Med. p. 158. 1874.

50. Oersted, *Beitrag zur Beantwortung der Frage, welchen Platz die Gattung Sagitta im Systeme einnehmen müsse.* Froriep's Tagesberichte über die Fortschritte der Natur-u. Heilkunde, Bd. I. N. 134, pag. 201-202. 1850.

51. Id. Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjöbenkavn. N. 1 1849. (citato nei Foriep's Tagesberichte).

52. D'Orbigny, *Voyage dans l'Amérique mérid.* T. V, 3 Partie. Mollusques. p. 140-144. 1835, 1843.

53. Pagenstecher, *Untersuchungen über niedere Seethiere aus Cette.* Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. XII, p. 308-310. 1862.

54. Quoy u. Gaimard, Annales des sciences naturelles. T. X. 1827.

55. Id. *Abhandlung über die Familie der Diphyden.* Isis. Bd. 21, p. 348, 349. 1828.

56. Scoresby, *Account of the arctic regions.* Vol. II (citato da Krohn).

57. Schmidt, *Déscendende et Darwinisme.* p. 30.

58. Schneider, *Monographie d. Nematoden.* p. 327. 1866.

59. Siebold v., *Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere,* p. 297. etc. 1848.

60. Slabber, *Physicalische Belustigungen, oder mikroskopische Wahrnehmungen in- und ausländischer Wasser-und Landthierchen*, übersetzt v. Müller. p. 23-24. 1775.

61. Tauber, *Annulata Danica. En Revision of de: Danmark fandne Annulata Chaetognatha* etc. 1879.

62. Troschel, Archiv für Naturgeschichte. Bd. II. Jahresbericht.

63. Ulianin, *Materialien zur Fauna des schwarzen Meeres.* Verhandlungen der Moskauer Freunde der Natur. 1871, citato nell'Archiv f. Naturgeschichte 1871. Bd. II. Jahresbericht.

64. Id. Zoologie Anz. p. 588, 29 novembre 1880.

65. Wilms, *Observationes de Sagitta mare germanicum circa insulam Helgoland incolente dissertatio.* p. 1-18. 1846.

PARTE SECONDA

CONSIDERAZIONI

CAPO I.

Scopo.

Fin qui mi sono limitato all'anatomia descrittiva dei Chetognati; or si tratta di metterli a riscontro cogli altri animali, al fine di veder, s'egli è possibile, di stenebrare le loro affinità.

Il problema delle affinità dei Chetognati è uno dei più spinosi, che possano occorrere al biologo. Sono omai trentacinque anni, che molti tra i più illustri rompono lancie in questo arringo; basti citare Darwin, Huxley, Krohn, G. Müller, Gegenbaur, Leuckart, Kowalevsky, i fratelli Hertwig ecc.; cotante ricerche illuminarono in parte l'anatomia e l'embriologia degli animali in esame, ma tutte, insieme congiunte e legate, non bastarono a svelarne le relazioni, e nessun autore può vantarsi d'essere arrivato alla meta. Mentre per tanti gruppi che un tempo si pareano isolati, più si approfondarono le indagazioni, meno oscure diventarono le parentele, sicchè quasi maravigliosamente oggidì essi tengono posto convenevole sull'albero genealogico, ai Chetognati invece toccò una sorte opposta! Ciò intendo a rigor di logica, chè molti autori, insieme con fatti inconcussi, consegnarono alla scienza tentativi di soluzione. I quali però, al mio credere, sono da giudicarsi frutti di simpatie individuali, od anche d'audacia precipitosa. Mi conferma in questo parere il seguente fatto: che, cioè, nessun animale è stato ed è tuttodì balestrato più di spesso che i Chetognati da una divisione sistematica all'altra.

È di questo luogo l'allegar una succinta istoria delle principali opinioni fin qui emesse al proposito (¹).

Slabber, il fortunato uomo, che scoprì le Sagitte, le registrò tra i Vermi.

Quoy e Gaimard lasciarono indeciso se fosser Zoofiti, o nc.

D'Orbigny ritenne che il Chetognato dovesse trovar posto tra i Molluschi e precisamente nell'ordine degli Eteropodi. Seguirono il suo esempio Troschel, Siebold e Burmeister.

Darwin invece reputò inconcludenti le ragioni di D'Orbigny.

Krohn s'esprimea press'a poco così: « egli è difficile di collocare il Chetognato in alcuno dei nostri attuali sistemi, senza far molte riserve. È certo che non è un mollusco. Benchè il sistema nervoso sembri organizzato sul piano generale di questi animali, pure la più parte degli altri organi e l'*habitus* dell'animale non giustificano un simile ravvicinamento. A mio modo di vedere il Chetognato si può appressare soltanto agli Annellidi. Ma anche qui si presentano grandi difficoltà; sopratutto

(¹) Questa storia nella sullodata Monografia d'O. Hertwig è affatto manchevole.

del prepuzio, per l'armatura cefalica, per le natatoje, per l'apparato genitale e per la mancanza d'anelli ».

Milne Edwards tornò a sostenere che il Chetognato fosse un mollusco. A quest'autore sembra che il prepuzio debbasi considerare, come vera testa e che la parte che vien denominata testa, sia fatta specialmente da un bulbo carnoso della bocca, portante l'armatura boccale e paragonabile a quello di parecchi molluschi.

Meissner credette di vedere nei Chetognati, oltre ad un cervello, un midollo spinale collocato sopra una corda dorsale e perciò li collocò tra i Vertebrati.

Örsted mise innanzi la parentela coi Nematodi.

Leuckart, Pagenstecher ed Harting collocarono i Chetognati nei Vermi e ne fecero un gruppo tra gli Annellidi ed i Nematodi.

Schneider distinse nei Nematelminti quelli segmentati e quelli insegmentati e collocò tra questi secondi i Nematodi ed i Chetognati; per questa classificazione egli si basò su cognizioni imperfette intorno alla struttura del sistema musculare di queste classi.

Metschnikoff volle fare dei Chetosomi un piccolo gruppo intermedio fra i Nematodi ed i Chetognati « gruppo, cioè, che servisse a stabilire un passaggio tra le due classi ».

Häckel collocò i Chetognati, come Schneider, tra i Nematelminti, ma riprodusse l'idea di Meissner riguardo la parentela coi Vertebrati. Ecco uno squarcio della sua celebrata *Morfologia*: « Se si fa una sezione perpendicolare della coda di un pesce, si vede nettamente che il tronco d'un vertebrato è formato originalmente di quattro antimeri; e non di due. La forma primitiva dei Vertebrati inferiori è come quella dei Nematelminti, la forma cioè eutetrapleura interradiale. Così è che noi possiamo ammettere con qualche verosimiglianza che i Vertebrati son derivati dai Chetognati per metamorfosi progressiva, mentre i Nematodi ne sono usciti per una metamorfosi retrograda ».

Kowalevsky non esitò a collocare i Chetognati tra gli Annellidi.

Poco dopo il Bütschli negò le affinità dei Chetognati coi Nematodi e scrisse che essi sono Annulati e si avvicinano agli Annellidi; aggiunse che se ne debbono cercare i rapporti nelle classi (Echinodermi, Tunicati ecc.) che presentano un processo di formazione del celoma, simile al loro.

Schmidt dichiarò che la Sagitta non è nè un verme, nè un mollusco legittimo.

Giard mise in campo la convergenza dei tipi per la vita pelagica e sostenne che questa legge crea le rassomiglianze delle Sagitte tanto coll'Anfiosso che cogli Eteropodi e cogli Annellidi; ritenne che queste analogie indussero i zoologhi a collocare i Chetognati nelle più svariate classi. « Et en résumé il nous parait convenable de laisser les Sagittae dans un groupe spécial qui doit prendre place à la base du phylum des Annélides, dont ce groupe représente un rameau divergent adapté à la vie pélagique ».

Huxley premise che « the proper Taxonomie place of the C. is still un unsolved problem ».

Le probabilità, al suo credere sono queste: essi appartengono o agli Annellidi o ai Nematoscolici o ai Tricoscolici; oppur vogliönsi considerare una divisione

indipendente, unita a tutte queste forme e forse ai più bassi Artropodi (Tardigradi). Egli inclinerebbe a collocare i Chetognati nella serie artrozoica tra gli Artropodi ed i Nematodi insieme coi Nematorinchi di Bütschli. L'armatura boccale dei Chetognati, nella opinione d'Huxley, può riguardarsi siccome una modificazione delle spine orali dell'*Echinoderes;* il loro sistema nervoso, a suo dire, è più artropodico di quello dei Pentastomi.

Gegenbaur nel 1870 notò che le relazioni dei Chetognati verso i Nematodi sono lontanissime e che bisogna cercare gli antenati dei due tipi, in forme che hanno dato origine anche agli Annellidi. Nel 1878 pose i Chetognati piuttosto lontani dagli Annellidi e dopo i Nematelminti, soggiungendo però che col porli dopo i Nematelminti non intendea significare che fossero forme affini.

Langerhans nel 1880 osservò che a motivo del sistema nervoso i Chetognati si allontanano dai Vermi e si avvicinano ai Molluschi; una simile osservazione era però stata fatta già da Krohn, da Leydig e da Kowalevsky.

Quasi contemporaneamente Balfour dichiarò che i Chetognati formano un gruppo isolato da tutti gli altri.

E press'a poco, ancora nella stessa epoca, i fratelli Hertwig misero fuori una nuova ed ingegnosa teoria sull'origine del celoma e tentarono di voltare i Chetognati al riverbero di quelle apparenze, che sono favorevoli alle opinioni ch'essi vogliono sostenere. Secondo le loro vedute, i Metazoi per l'origine del celoma si possono classificar come segue:

Celenterati . . . 1. Zoofiti
Pseudoceli . . . 2. Scoleicidi
a — Briozoi
b — Rotatori
c — Platelminti
3. Molluschi
Enteroceli . . . 4. Celelminti
a — Nematodi
b — Chetognati
c — Briachiopodi
d — Annellidi (Gefirei)
e — Enteropneusti
f — Tunicati
5. Echinodermi
6. Artropodi
7. Vertebrati.

Prescindendo per ora dai Celenterati, citerò uno squarcio, in cui quegli illustri istiologhi riassumono in forma di semplici proposizioni le note più saglienti degli Enteroceli e quelle dei Pseudoceli.

Comincio cogli Enteroceli, i quali tutti offrono questi caratteri:

1° Possiedono una cavità addominale rivestita d'epitelio; la quale si forma prima ed indipendentemente dal sistema vascolare sanguigno. Da principio è una

doppia cavità; più tardi in generale diventa unica ed attraverso di essa corre l'intestino, d'ordinario sospeso ad un mesenterio.

2° Il sistema vascolare sanguigno-linfatico è un sistema di lacune e di canali, che si formano nel mesoblasto del corpo; originalmente è separato dalla cavità addominale e viene ad abboccarvisi secondariamente per la prima volta negli Artropodi e nei Gefirei.

3° Gli organi sessuali traggono origine dall'epitelio della cavità addominale; conservano essi questa posizione immutata (negli Annelidi, nei Gefirei, nei Brachiopodi e nei Chetognati); ovvero s'approfondano nel tessuto sottostante, da cui all'epoca di lor maturanza vengono emessi nella cavità addominale (nella maggior parte dei Vertebrati), ovvero s'uniscono con dotti efferenti sviluppatisi in altri tempi e formano con essi delle ghiandole tubolose. Come condotti efferenti, nella maggior parte dei casi, servono gli organi escretori; che parimenti sono una differenziazione dell'epitelio del celoma.

Gli organi d'escrezione originalmente sono disposti metamericamente e comunicano per mezzo d'imbuti, a ciglia vibratili, con la cavità addominale.

4° I muscoli son formati di fibrille primitive che, nelle più svariate guise, sono ordinate in unità maggiori (lamelle, foglietti, fasci primitivi). Geneticamente, com'è verosimile, essi dipendono dall'epitelio della cavità addominale. Nell'adulto sono caratterizzati per una disposizione molto regolare; le fibre d'uno strato decorrono esattamente parallele e non vengono incrociate da fibre d'un altro fascio.

Possono essere presenti fibro-cellule contrattili, le quali però appartengono soltanto agli organi vegetativi e sono più, o meno indipendenti dalla volontà.

5° Il sistema nervoso sta nell'ectoderma, oppure abbandona questo foglietto molto tardi, dopochè si sono formate tutte le sue parti principali; perciò di leggeri se ne stabilisce l'origine ectoblastica.

A questi caratteri degli Enteroceli si contrappongono i seguenti degli Pseudoceli:

1° La cavità addominale manca interamente, oppure vien surrogata da un sistema lacunare, oppure è uno spazio ampio formatosi per confluenza di numerose lacune.

Originalmente è dipendente dal sistema vascolare sanguigno; con esso ha commune l'accenno embrionale; soltanto di rado si chiudono interamente le loro communicazioni (Cefalopodi).

2° Gli organi sessuali, o sono direttamente cellule del mesenchima del corpo, oppure originano da esso. Possiedono sempre sbocchi peculiari senza mettersi in comunicazione cogli organi escretori. Questi ultimi sono ordinariamente ramificati dentriticamente ed i più fini rami communicano per stomi vibratili colle lacune del mesenchima, o coi seni vascolari; la loro origine per ora è indecisa.

3° L'intera musculatura del corpo consta di fibro-cellule contrattili, che per lo più decorrono affatto confusamente le une attraverso le altre ed anche là dove si dispongono in istrati bene limitati, ovvero in gruppi muscolari, non mancano singole fibro-cellule, che incrocino questi gruppi e questi strati.

4° Il sistema nervoso giace, anche nelle forme più basse, dentro il mesoderma, da cui sembra origini direttamente, almeno per la maggior parte.

Vi sono oltr'a questi, due altri punti in cui, al credere degli Hertwig, gli Enteroceli si slontanano dagli Pseudoceli; essi sono:

1° Tutti gli Pseudoceli sono insegmentati. Opposto è il modo di comportarsi degli Entereceli; nei quali la tendenza alla segmentazione è così grande che quasi tutti raggiungono questo più alto grado di differenziazione morfologica

Tra gli Entoroceli sono insegmentati appena i Nematodi e gli Enteropneusti; i Chetognati ed i Brachiopodi si compongono di tre metameri; i Gefirei sono Annellidi regrediti.

2° Sembra verosimile che negli Enteroceli il blastoporo scompaia e per contro in tutti gli Pseudoceli diventi permanente.

Concludendo, secondo gli Hertwig, i Chetognati sono Enteroceli tipici e stanno tra i Nematodi ed i Brachiopodi.

CAPO II.

Comparazioni.

Ho posto il problema ed ho detto come altri si cimentasse invano per scioglierlo; ora incombe a me pure di tentare una prova, colla scorta dei fatti che ho esposti nella prima parte del presente volume.

Dovrei cominciare coll'esposizione dei caratteri più saglienti dei Chetognati; ma siccome per ragione di chiarezza, essi venner da me profilati nel capo sulla Sistematica, così ad esso rimando il lettore. Or qui mi limito a svolgere alcune questioni che ho già in addietro enunciate; esse riguardano: 1° *i membri, o parapodi;* 2° *la segmentazionè;* 3° *gli abbozzi del sistema escretore, di sistema vascolare e l'organo intramuscolare;* 4° *la correlazione degli organi;* 5° *la variabilità delle specie.*

1° Cominciamo coi membri. Il corpo dei Chetognati ne manca.

Le pinne, o ,come meglio si dovrebbe dire, le pseudopinne, e le formazioni pinnoidi non si possono paragonare a veri membri, perchè non vanno provvedute di muscoli, quindi non sono capaci di movimenti autonomi.

Il loro valore morfologico non può tuttavia esser indifferente; e nel fatto esse sono costanti in tutti i Chetognati, e ne formano una delle caratteristiche più saglienti.

2° La seconda delle questioni accennate si può formulare così: i Chetognati si debbono, o no, considerare tra gli animali annulati, o segmentati o metamerici, che vogliam dire?

Quando in un animale la segmentazione è molto sviluppata, non può cader dubbio. L' opposto invece accade quando si tratta di una metameria rudimentale, o nascente; allora le vedute sono molteplici ed i giudizî personali, tanto che con gli stessi fatti, alcuni autori arrivano ad una conclusione ed altri ad un'altra. *Quot capita, tot sentêntiae!*

L' innanzi sarebbe di decidere se la segmentazione è soggetta a leggi costanti per tutti i tipi: se filogeneticamente cominci, o no, ad un tempo nei tre foglietti, e se non ad un tempo in tutte e tre, in quale incominci e qual ordine tenga ecc.

Ma per arrivare a queste conclusioni generali fino ad oggi non possediamo fatti sufficienti; e perciò v'ha chi ammette che la segmentazione comincia dal mesoderma, v'ha chi la fa cominciare dall'ectoderma, e chi infine or dall'uno, or dall'altro.

Un poco più accordate sono le opinioni intorno al valore dei singoli sistemi organici nel determinare, se esista o no metameria. E nel fatto il sistema nervoso è riconosciuto per commune consenso, siccome il più importante; sul valore che si debbe invece concedere agli altri sistemi, i giudizî sono ancora divisi.

Per ultimo, ad accrescere le difficoltà di chi vuol decidere se la metameria manca od è sul nascere o sul morire, s'aggiungono le differenze che secondo certuni (Semper, Hatschek, Hertwig), esistono tra strobilazione e segmentazione.

Tutte le incertezze qui enunciate ci si fanno incontro nel nostro caso speciale dei Chetognati.

Qui si tratta di vedere se il capo, il tronco e la coda si possano ritener tre metameri, almeno rudimentali o nascenti. Passiamo in rassegna i varî sistemi organici.

L' epidermide non presenta alcuna differenziazione accennante ai tre supposti segmenti. Le pinne non hanno una distribuzione rapportabile ad essi.

Il sistema nervoso nella coda non vien affatto ripetuto.

L'ipotesi di Gegenbaur, che il ganglio addominale risulti da un concentramento della catena ventrale degli Annellidi non mi sembra seriamente fondata, nonostante che stiano forse in suo favore la distribuzione delle cellule del ganglio addominale in tutte le specie e la disposizione de' suoi grossi tronchi anteriori nella *Lyra*.

Per accettare quest'ipotesi i Chetognati dovrebbero concordare cogli Annellidi, in altri punti momentosi; questa concordia invece non esiste, come si vedrà nel progresso del presente capo.

Veniamo agli organi di senso. Il paragone già menzionato tra le prominenze tattili dei Chetognati e gli organi laterali delle Capitelle ed il fatto che questi secondi sono disposti metamericamente, possono far pensare che quelle prime accennino a metameria; ma contro questo pensamento stanno dei fatti già da me esposti, vale a dire le prominenze non sono quasi mai disposte in anelli trasversali, ma trovansi sparse in tutto il corpo e *sine lege*.

Nessun evidente accenno di metameria si potrebbe trovare nella musculatura; essa si continua sul tronco e sulla coda senza interruzione, o separazione alcuna. La musculatura trasversale della *Claparèdi* limitata al tronco, non mi sembra di sufficiente valore per comprovar la metameria, senza altri ed assai più forti argomenti.

Bütschli ammise un sepimento tra il tronco e la testa, paragonò questo a quello tra il tronco e la coda, e tutt' e due ai sepimenti trasversali degli animali metamerici; da onde inferì che i Chetognati constano di tre segmenti.

Ho già in addietro dimostrato che il setto tra la testa ed il tronco (almeno nell'adulto) [1] è affatto incompleto, o meglio che non vi si trova un vero setto. Or debbo aggiungere che quello tra tronco e coda si potrebbe interpretare come una formazione secondaria (sviluppatasi per impedire l'autogamia?) Nella coda esiste un'altra formazione forse simile (V. il capitolo sugli *Organi genitali*), voglio dire il setto

[1] Come sia nel neonato ignorasi.

secondario; cui nessuno oserebbe interpretare come sepimento accennante a metameria, perchè si trova disposto longitudinalmente.

Non si può ammettere con sicurezza che l'intestino continui nella coda in istato rudimentale, come vorrebbe Hertwig. Il quale asserisce che il setto mediano sia un rudimento dell'intestino, e precisamente della parte anteriore dell'archenteron obliteratosi dopo la formazione dei diverticoli.

Io non trovo la prova di quest'asserzione nel lavoro d'Hertwig; nè io ho potuto acquistarla con osservazioni dirette.

La singolarità da me veduta nella *Lyra*, in cui, cioè, il sepimento mediano si continua anche per piccolo tratto nella cavità del tronco, se non m'inganno, non depone nè pro, nè contro il mio modo di vedere ([1]).

Resta di considerare i genitali, le cui vie deferenti potrebbero per avventura ritenersi sicuri accenni di metameria, se si dimostrasse che originalmente sono organi escretori.

A ritenerli tali ci inclina un concetto teorico, vale a dire la frequenza con cui l'anatomo trova insieme i due sistemi sessuali ed escretorio; senonchè, nel caso nostro speciale, l'ovario ha un proprio involucro, la cui origine non ci è nota, l'ovispermadotto non ha ciglia vibratili e non comunica colla cavità addominale; epperò mancano le prove che sia stato, o sia organo escretore. Possono meglio paragonarsi di organi escretori le vie deferenti maschili, per la loro struttura (presenza probabile di ciglia vibratili, apertura interna ad imbuto ecc.).

Ma contro a qualunque paragone sta un fatto importante, il quale riguarda sì le vie deferenti maschili che le femminili; queste e quelle, cioè, si sviluppano proporzionalmente alla maturanza sessuale; negli animali giovani non vidi mai alcuna communicazione tra l'ambiente e la cavità dei testicoli, o la cavità del tronco.

L'embriologia dei Chetognati non è più favorevole dell'anatomia alla pretesa loro segmentazione; qui come là, non m'avvenni ad alcun sicuro accenno di metameria, in verun' epoca dello sviluppo.

Neghiamo dunque che nel corpo di Chetognati esista una disposizione metamerica, certa, o per lo manco probabile.

L'unica differenziazione è, come direbbe Hatscheck, il *Gegensatz von Kopf und Rumpf* ([2]); però questo contrasto tra la testa ed il tronco non può aver un serio valore nel determinare la posizione sistematica dei Chetognati, essendo tale fatto dal più al meno differenziato, in tutti quanti i tipi dei Metazoi.

Se si ritiene che vi siano gradazioni, che conducono dagli esseri segmentati a quelli non segmentati (ciò che dietro certe vedute è probabile) si può forse ammettere che i Chetognati rappresentino uno dei presupposti gradi intermedi.

3° Passiamo ad una questione che si può esporre come segue: i supposti abbozzi di sistema vascolare e di sistema escretore (che ho descritti nel capitolo sul-

([1]) I mesenteri, o setti trasversali, della *Minima* sono tanto irregolari che non è possibile un'induzione in senso favorevole alla metameria dei Chetognati.

([2]) Hatscheck, *Enkwickl. d. Anneliden* (1878). *Enkwickl. v. Echiurus* (1880). *Enkwickl. v. Teredo* (1880) in Arbeiten des Zool. Instit. zu Wien.

l'apparato della nutrizione) e l'organo intramusculare (veggasi il capitolo sul sistema musculare) sono rudimentali, od in *status nascens?*

Per dare una risposta a questi problemi, non so far meglio che riferirmi ai criterî generali.

Per solito gli organi rudimentali, a differenza dei nascenti, son soggetti a variare molto in una stessa specie e nelle specie affini. Or bene, a quel ch'io ho veduto, l'organo intramusculare mancherebbe affatto nella *Claparèdi;* l'abbozzo d'organo escretore forse esisterebbe come canale soltanto in questa specie; l'uno e l'altro perciò si potrebbero ritenere rudimentali; invece l'abbozzo di vaso dorsale s'incontrerebbe press'a poco immutato in tutte le specie e perciò si dovrebbe giudicare nascente. Tra gl'individui d'una stessa specie non ebbi a notare variabilità di alcuno dei tre organi in discussione; epperò in questo senso tutt'e tre sarebbero piuttosto nascenti che rudimentali.

In generale abbozzi di organi, che molto cooperano all'economia dell'animale, si ritengono in progresso verso un ulteriore sviluppo, a meno che abbianvi forti ragioni per supporre che essi erano precedentemente molto sviluppati; con quest'altro criterio gli abbozzi d'organo circolatorio ([1]) ed escretore sarebbero da giudicarsi nascenti, e con probabilità rudimentale l'organo intramuscolare.

Di tutto ciò concludendo, con verosimiglianza, l'abbozzo d'organo circolatorio è nascente; vi sono ragioni pro e contro l'ipotesi che l'abbozzo d'organo escretore e l'organo intramusculare siano rudimentali o nascenti, ma le maggiori probabilità sono per lo stato nascente dell'escretorio e del circolatorio, e per lo stato rudimentale dell'intramuscolare.

4° Passiamo ad un altro punto: una circostanza, che deve aver colpito il lettore, è il contrasto tra i varî sistemi organici dei Chetognati.

Con una macchina alimentare affatto semplice si combina una nervosa complicatissima. L'elezione naturale ha agito profondamente sul sistema nervoso e sugli organi di senso, mentre ha conservato l'intestino in condizioni ancor primitive. Infatti si possono ritenere indizî di primitività la mancanza di ghiandole isolatesi dall'epitelio, la mancanza d'un intestino posteriore, la struttura della tunica fibrosa, i due mesenteri regolarissimi e per ultimo fors'anche le ciglia vibratili sull'epitelio dell'intestino ([2]).

Nè solo l'intestino; tutto l'apparato della nutrizione è d'una semplicità primitiva. E, nel fatto, oltre l'intestino, quasi non esiste che una cavità addominale; e non vi sono che abbozzi di vaso circolatorio, di vaso escretorio e lacune per lo scambio dei succhi nutrizî, attorno ai tronchi nervosi ed ad gangli. L'intestino non penetra nella coda, che talvolta è lunga, quasi la metà del corpo. L'epidermide non ha ghiandole, se si eccettua una parte di quella della *Claparèdi.*

È inutile dimostrare per contrapposto che il sistema nervoso e gli organi di senso

([1]) Il fatto offerto dai Chetognati ci indica forse il modo, onde si iniziò il sistema vascolare anche in altre classi.

([2]) Metto un forse perchè recentemente venner riscontrate ciglia vibratili anche sull'epitelio del tubo digerente di animali superiori. V. Regeczy, *Arch. Schültze*, Bd. XVIII, H. 4. p. 408; Blanchard in *Zool. Anz.* Anno III, n. 72. 1881; Braun, Id. n. 69.

sono molto differenziati; mi basta richiamare gli occhi, le papille gustatorie, le fossette sensitive e soprattutto le complicatissime prominenze tattili.

Tenendo a memoria le leggi fisiologiche e partendo dalle differenziazioni solite nel regno animale, *a priori* nessuno immaginerebbe un essere, a così dire, senza proporzione com'è il Chetognato; *a priori* nessuno crederebbe che un essere così fabbricato fosse ben agguerrito per la lotta dell'esistenza. Invece contro a tutte queste preoccupazioni teoriche, sta il fatto che di Chetognati strabbondano tutti i mari di tutto il mondo!

Ho accennato a condizioni primitive dell'intestino e non ho neppur avanzato il dubbio che queste condizioni possano essere invece rudimentali; ciò perchè non so trovar ragioni d'ammettere che su quest' intestino abbiano agito i fattori ordinarî della riduzione (cioè la divisione del lavoro con organismi estranei, o con organismi della stessa specie).

Per passaggio, noto che queste ultime considerazioni mi porterebbero a supporre che *i prossimi parenti dei Chetognati si debbano cercare in un phylum fornito d'apparato nutritivo semplicissimo.*

5° Finirò con alcune osservazioni risguardanti la variabilità delle specie dei Chetognati.

Abbiamo veduto che il gruppo dei Chetognati è uniformissimo e che le specie si distinguono l'una dall'altra per caratteri, che sono piccoli, ma però quasi tutti sicuri; tanto che la determinazione delle specie è cosa molto facile, ancora che ci si presentino animali giovani.

Questi fatti, che si verificano forse in ogni mare, meritano posto, al mio credere, tra le caratteristiche dei Chetognati perchè, stando ad una legge enunciata da Darwin (¹), le specie communi, che hanno grande estensione e perciò si possono chiamar specie dominanti, variano più frequentemente delle altre. Invece i Chetognati, che sono cosmopoliti, quasi o senza quasi, non variano.

Sarebbe di questo luogo l'indagare come siansi formate le varie specie, che ho enumerate nella parte sistematica, e quali vantaggi speciali offre ciascuna di esse nella lotta per l'esistenza.

Sciaguratamente però nello stato attuale delle nostre cognizioni una risposta a tali problemi mi sembra impossibile.

Scenderò ora a confrontare i Chetognati coi varî tipi animali. Mi limiterò a parlare di quelli che offrono almeno qualche lontana simiglianza; per gli altri basterà una semplice menzione.

Celenterati. — Hertwig ha dimostrato che esistono certe simiglianze tra i Chetognati ed i Celenterati. Esse riguardano:

1° La formazione dei diverticoli nell'archenteron;

2° Il valore di questi diverticoli nel senso fisiologico ed istiogenico.

« La formazione dei due diverticoli nei Chetognati ricorda particolarmente quella

(¹) *Variaz. degli animali e delle piante.* Trad. di G. Canestrini p. 7. Torino.

dei molteplici diverticoli delle Actinie; in esse una parte della cavità del corpo, per mezzo di numerosi sepimenti, vien divisa in numerose camere secondarie . . Un setto delle Actinie ed una piega dell'entoblasta dei Chetognati sono formazioni paragonabili, perchè amendue si sviluppano, secondo un medesimo principio, dall'archenteron e ne aumentano la superficie ».

Il secondo punto di concordanza tra Celenterati e Chetognati, al credere di Hertwig, *hat noch grössere Tragweite.* « Nell'Actinia, come nel Chetognato, si sviluppano dal foglietto che forma le pareti del diverticolo: 1° gli organi sessuali; 2° la musculatura del corpo.

« Gli ovarî ed i testicoli nei Celenterati Entocarpi (tra cui le Actinie) si sviluppano dall'entoderma e sporgono nelle camere secondarie dell'archenteron; qui vengono direttamente lambite dal liquido nutritizio, in cui versano i loro prodotti. E perciò i diverticoli primitivi delle Actinie non servono soltanto alla nutrizione, ma danno origine anche ai prodotti genitali e li ospitano. Simile fatto ripetesi nei Chetognati ».

A queste idee d'Hertwig da me riferite, quasi letteralmente, fa mestieri contrapporre che gli organi genitali dei Chetognati non sono nettamente pertinenze dell'entoderma, come nei Celenterati.

La musculatura nelle Actinie, secondo Hertwig, ha origine somigliante a quella dei Chetognati, cioè dall' entoblasto (direttamente nelle Actinie, indirettamente per mezzo del mesoblasto nei Chetognati). Anche istiologicamente, continua l'autore, la musculatura ha una certa somiglianza nelle due classi.

Da parte mia però debbo osservare che i rapporti istiologici in realtà sono forse minori di quanto suppone Hertwig, basandosi su ricerche che a me sembran incomplete rispetto ai Chetognati. Avvertasi inoltre che la derivazione della musculatura dei Chetognati dall'epitelio peritoneale, è probabile, non però provata.

Hertwig suppose che il sistema nervoso offrisse un altro punto di rassomiglianza dei Chetognati colle Actinie; cioè dire che in amendue le classi fosse diviso in ectodermico e mesodermico.

Ho già dimostrato che questa divisione almeno nei Chetognati non esiste; e quindi una comparazione su questo terreno è inammissibile.

In conclusione, esistono delle simiglianze, benchè meno numerose e meno certe di quanto suppose Hertwig. A queste simiglianze da lui abilmente messe a luce concediamo un certo valore; con lui stesso, però pensiamo che non possono essere indizî di un'affinità prossima. Chi la volesse ammettere, dovrebbe dimenticare molte antinomie momentose: alludo specialmente al celenteron, al tipo raggiato e per ultimo alla relativa nobiltà del sistema nervoso e degli organi di senso.

Questi ultimi soli basterebbero a scavare un abisso tra Chetognati e Celenterati.

Platelminti. — Non si trovano attinenze embriologiche dei Chetognati coi Platelminti. Dal lato anatomico, ne esistono forse nel sistema nervoso e fors'anche in quello vascolare.

Nelle Turbellarie si danno diversi stadî di formazione del sistema nervoso; in un caso (Planarie terrestri e d'acqua dolce) esso ha un carattere diffuso ed è ancora incompletamente centralizzato ; in un altro (Dendroceli Marini) è subentrato l'accentramento, il quale persiste nei Nemertini; vi è, cioè, un cervello fatto di due gangli

riuniti da una commessura trasversa; da questi gangli si sviluppano due tronchi longitudinali, uno per ganglio; essi si portano indietro e spesso s'avvicinano più o meno al lato ventrale; questi tronchi contengono cellule ganglionari. È dubbio se l'origine di questo sistema nervoso sia ectodermica o mesodermica (mesenchimica). Se si stabilisse l'origine ectodermica, forse si potrebbe ripetere senza difficoltà il sistema nervoso dei Chetognati da quello dei Platelminti, per via di differenziazione progressiva. Ciò sarebbe in armonia colle idee di Hubrecht ([1]) il quale osservò, qualmente la catena nervosa ventrale, che è in generale molto stabile, nei Nemertini invece accenna a varî stadî di differenziazione molto lontani l'uno dall'altro e che vengon poi raggiunti da altre classi.

Quanto al sistema vascolare (nei Nemertini), oltre ai due vasi laterali, se ne trova uno dorsale; di quest'ultimo, come ripetei parecchie volte, esiste un accenno anche nei Chetognati. Vedremo però più innanzi che il vaso dorsale si trova anche negli Annulati ed è forse il primitivo accenno del sistema vascolare in tutti i tipi.

Concludendo non manca qualche riscontro tra Chetognati e Platelminti; una parentela prossima però è inammissibile.

Rotiferi. — Non sarebbe difficile di far derivare dal sistema nervoso dei Chetognati quello molto primitivo dei Rotiferi. Ma all'infuori del sistema nervoso, nessun altro avvicinamento è possibile nè rispetto all'anatomia nè rispetto all'embriologia; bisogna però confessare che l'una e l'altra riguardo ai Rotiferi sono tuttora oscure.

Briozoi. — Sembra che siano molto lontani dei Chetognati tanto per l'embriologia che per l'anatomia.

Annellidi. — Questo *phylum* merita special considerazione, perchè molti autori collocarono il Chetognato in esso, o vicino ad esso.

Cominciamo con un parallelo anatomico.

Ai Chetognati mancano la metameria, i parapodi e le setole.

Somiglianze innegabili esistono rispetto alla musculatura. E, come ha già osservato Hertwig, per un momento si potrebbe confondere la sezione trasversale del Poligordio, del Protodrilo e del Saccocirro con quella di una *Sagitta Claparèdi*, perchè qui, come là, si vedono le sezioni di quattro nastri musculari, longitudinali, due dorsali e due ventrali ed oltracciò la sezione di una musculatura trasversale-ventrale-profonda, che va dalla linea mediana-ventrale all'area laterale, passando sotto ai nastri musculari longitudinali.

Però questa musculatura trasversale cotanto importante negli Annellidi, nei Chetognati invece potrebb'essere una formazione secondaria; infatti io la trovai soltanto in una tra le molte specie, che s'incontrano a Messina.

Se si considera la musculatura speciale da me descritta nelle aree laterali dei Chetognati, il paragone delle loro sezioni trasversali con quelle dei citati Annellidi impallidisce, in quanto che in questi cotale musculatura non trova punto il riscontro.

Negli Annellidi non è raro di trovare una musculatura speciale della testa comparabile a quella dei Chetognati, e per la numerosità dei muscoli, e per gli involucri chitinoidi.

([1]) *Zur Anat. u. Phys. d. Nervens. d. Nemer.* Amsterdam. 1880.

Per la posizione il *muskūloses Anhangsorgan* dell'esofago dei Poligordi e dei Protodrili potrebbe fino ad un certo punto confrontarsi al muscolo complesso mediano col relativo organo intramusculare; senonchè le strutture sono troppo divergenti e ci vietano di supporre qualunque rassomiglianza tra i due organi in questione.

Passiamo al sistema nervoso. Il ganglio sopraesofageo d'un Annellide si può omologhizzare a quello d'un Chetognato. Già dissi che Gegenbaur suppose essere il ganglio addominale dei Chetognati una concentrata catena ventrale d'Annellide. Ad appoggiare questa supposta concentrazione si prestano in specie alcune forme d'Annellidi un po' aberranti. Certo è infatti che una sezione trasversale del midollo di una *Tomopteris* (quale ci venne fornita per es. da Veidovsky) [1] ha somiglianza (per la relativa posizione delle cellule e della sostanza fibrosa-punteggiata) con quella del ganglio addominale del Chetognato. Questo midollo però nella *Tomopteris* s'estende di gran lunga più che il ganglio addominale nel Chetognato; oltr'acciò in ogni segmento presenta un lieve rigonfiamento; per ultimo in esso midollo sono nettamente distinguibili due cordoni longitudinali di sostanza fibrosa-punteggiata. Tra essi però sta un solco, che vien occupato da una colonna mediana cellulare, quà e colà interrotta; lo che trova, fino ad un certo punto, riscontro ne' Chetognati.

In alcuni Annellidi (*Chaetogaster*) havvi commissura e gangli vestibolari, come nei Chetognati.

Le fibre giganti di questi sono paragonabili a quelle degli Annellidi? È difficile dare una risposta adequata a questa domanda. È certo che esistono ragguardevoli differenze di distribuzione; e di più, laddove per me è provato che le fibre in discorso sono di natura nervosa nei Chetognati, negli Annellidi la lor natura è molto dubbia.

Comunque sia, non si può disconoscere una certa simiglianza tra Annellidi e Chetognati, anche nel sistema nervoso.

Ne esistono forse altre ancora negli organi di senso; e sarebbero le seguenti.

È possibile che le clave della fossetta retrocerebrale trovino riscontro nei due corpi splendenti stati descritti [2] sul cervello dei Poligordi e del Protodrilo, e che perciò esista anche in essi una fossetta cerebrale, la quale fin qui sarebbe sfuggita a tutti gli osservatori.

Forse è possibile un confronto tra le prominenze tattili dei Chetognati e gli organi laterali delle Capitellide ed un altro fra le papille gustative di quelli e gli organi ciatiformi di queste. Eisig [3] ha studiato molto esattamente gli organi laterali e quelli ciatiformi; non riuscirà forse inutile ad alcuni lettori, ch'io qui riepiloghi le sue conclusioni.

Ad ogni segmento dell'addome, tra il parapodio ventrale ed il dorsale, stanno delle prominenze a contorno elittico; esse si possono paragonare a bottoni globosi, la cui sommità (poro) può esser retratta per mezzo d'un muscolo. Nella prominenza

[1] *Beitr. z. Kennt. d. Tomopt.* Zeitschrift f. wissenschaf. Zool. 1878. p. 80 e seg.

[2] Hatschek li accennò nel Protodrilo e non è sicuro che sian organi di senso; aggiunge che risultano di un certo numero di cellule ordinate attorno ad un centro commune. Anche Ulianin e Langerhans videro questi organi e li supposero uditori. Hatschek non sa trovar un fondamento a questa supposizione. V. *Protodrilus Leuckartii* in Arb. a. d. Zool. Inst. zu Wien. T. III, H. 1 (1880).

[3] Mittheilungen a. d. Zool. St. Neapel, 1 B. H. II. p. 278-343.

si trova una cavità che communica col celoma; sul poro stanno alcune centinaia di peli immobili, diritti, delicatissimi e lunghi. Questi peli colle loro basi passano attraverso ad una cuticola omogenea e sotto di essa, diventano bastoncini pallidi ed omogenei; i quali perpendicolarmente si approfondano e per mezzo di fibre delicate si mettono in rapporto con uno strato sottostante di elementi fusati (fusi); a questi fusi sottostà (e probabilmente s'unisce) un grosso strato di elementi nucleiformi tondeggianti (granuli). Questi granuli sono di natura ganglionare. È possibile seguire un nervo fino in vicinanza delle prominenze e resta verosimile che esso venga a finire nello strato ganglionare.

Oltre a questi organi laterali, si trovano nel Notomaste degli organi ciatiformi, diffusi senz'ordine evidente, ma numerosissimi alla parte anteriore del corpo.

Anche in essi si deve distinguere una prominenza cava, tondeggiante-conica, che porta dei peli poco numerosi *stäbchenformige;* sulla struttura e sull'innervamento di questi organi « *wurde nichts erkannt* ».

Eisig paragona gli organi laterali delle Capitellide agli organi di senso delle linee laterali dei Pesci e degli Anfibi; i quali pure sembrano essenzialmente in un ordine segmentale; avvicina poi gli organi ciatiformi delle Capitellide a quelli dei Pesci (*Endknospe* di *Merkel*).

Ma torniamo ai Chetognati: se si mettono a riscontro gli organi laterali delle Capitellide con le prominenze sensitive dei Chetognati, è facile di scorgerne le molte somiglianze (ciglia, bastoncini, cellule ganglionari ecc.); non mi dissimulo però che esistono delle differenze, le quali possono ridursi a tre: 1° la distribuzione delle prominenze; 2° l'assenza d'un muscolo speciale nei Chetognati; 3° la mancanza d'una cavità comunicante col celoma, pure nei Chetognati.

Ciò nonostante a me sembra che un'analogia tra questi organi delle due classi esista a non dubitarne.

Certo, negli organi di senso evvi qualche somiglianza e, forse più esattamente, qualche analogia tra Chetognati ed Annellidi.

Passiamo agli altri sistemi organici. Il tubo digerente non offre speciali punti di raffronto; forse però gli uncini dei Chetognati potrebbero uguagliarsi a quelli delle Sagittelle.

Anche in molti Annellidi havvi un mesenterio dorsale ed un mesenterio ventrale ed un celoma.

Lo strato, che tappezza all'interno il celoma, almeno in certi Annellidi, è similissimo a quelle dei Chetognati [1].

Il vaso dorsale degli Annellidi per la sua posizione (nello spessore del mesenterio dorsale) si può assomigliar coll'abbozzo di vaso dorsale dei Chetognati.

Veniamo all'apparato urogenitale. Già dissi qualmente si possa tentar un paragone tra il condotto deferente (maschile) ed un organo escretore per es. d'un Annellide.

L'ovario fornito d'un ovispermadotto speciale senza communicazione col celoma

[1] V. *Recherches sur les Annellides sedentaires* par Claparède. Genève 1873; Veidovsky, *Beiträge z. vergl. Morph. d. Anneliden.* Prag. 1879.

può ricordare che in alcuni Annellidi (Oligocheti, per es.) tanto gli ovarî, quanto i testicoli, son diventati forme vescicolari o tubulari, separatesi interamente dal celoma (¹).

In conclusione, dal lato anatomico, esiste qualche simiglianza tra Chetognati ed Annellidi; non mancano però divergenze, e divergenze gravi. Le quali diventano gravissime, quando entriamo nel campo embriologico.

I fratelli Hertwig nel comparare i fatti embriologici offerti dalle due classi in discorso, furono troppo parziali; e mi pare di rispettare il vero, sostenendo ch'essi adattarono l'embriologia degli Annellidi ai bisogni della loro teoria.

Uscirei dal mio campo, se volessi anche soltanto riassumere quel che si sa sullo sviluppo degli Annellidi; d'altra parte questo riassunto si legge quasi completo sul recentissimo Manuale del Balfour. Qui al mio scopo basta di aver avvisato che embriologicamente non si può trovar fondamenti d'una parentela seria tra Chetognati ed Annellidi; appoggia questa mia asserzione sopratutto il lavoro dell'egregio prof. Kleinenberg sul *Lumbricus Trapezoides.*

Per tutte le ragioni che son venuto esponendo, non posso ammettere una parentela prossima tra Annellidi e Chetognati.

Nematodi. — Per quanto finora è noto, esistono forti divergenze embriologiche tra Chetognati e Nematodi (²). Non mancano invece le somiglianze dal lato anatomico. Queste somiglianze si riferiscono specialmente al sistema musculare.

Nei Nematodi, come nella maggior parte dei Chetognati, esiste soltanto una musculatura longitudinale, ripartita in nastri separati da aree mediane e laterali.

La suddivisione in lamelle accade tanto nei Chetognati, quanto nei Nematodi. I mioblasti nelle due classi hanno posizione simile.

Nei Chetognati però non si vede mai una separazione dei singoli elementi muscolari, netta e completa, quale si può riconoscere nei Nematodi.

La musculatura in questi non è mai striata; tale differenza però sotto l'aspetto dell' anatomia comparata è poco importante, perchè, come dimostrano numerosi esempî, la striatura esprime semplicemente un diverso stadio di sviluppo d'un'unica sostanza contrattile.

Il sistema nervoso dei Nematodi si comporta in modo tutto particolare. Com'è risaputo, nei Nematodi evvi un organo centrale che circonda l'esofago a mo' d'anello, o cingolo; ne partono dei nervi tanto in avanti, quanto all'indietro. A questa distribuzione dei nervi corrisponde l'aggruppamento delle cellule ganglionari del cingolo esofageo. Da questo cingolo vanno in avanti sei nervi, che, tanto all'origine, quanto nel loro decorso, portano cellule ganglionari. All'indietro si stacca un tronco mediano-dorsale ed uno ventrale; oltracciò derivano, dalla parte ventrale del cingolo esofageo, due tronchi convergenti all'indietro; i quali si congiungono in un ganglio (ganglio cefalico). Così è fatto il sistema nervoso dei Nematodi.

(¹) Pare però che allora i condotti laqueiformi restino estranei all'apparecchio sessuale. In ciò forse sta un'altra ragione per non uguagliare l'ovispermadotto ad un canale escretore.

(²) Veggasi oltre ai lavori citati da Balfour la nota recentissima di Goette (*Zur Entwickl. d. Würmer* in Zool. Anz. p. 189, 1881).

La più semplice via per confrontarlo con quello dei Chetognati mi sembra l'infrascritta: si potrebbe pensare che il ganglio cefalico si fosse ridotto per atrofia degli organi dei sensi più nobili (atrofia di parassitismo) e perciò ritener corrispondente al ganglio cefalico dei Chetognati la parte dorsale del cingolo esofageo dei Nematodi; si potrebbe inoltre paragonarne la parte ventrale alla parte ventrale-cefalica del sistema nervoso dei Chetognati (cioè i nervi anteriori, la commissura retroboccale ed i gangli vestibolari intercalati tra questa e quelli).

Ma si potrebbe infine mettere il ganglio cefalico à lato del ganglio addominale? Se anche ci spingessimo ad accettare quest'ultimo punto, i tronchi mediani dorsali e ventrali dei Nematodi non troverebbero riscontro alcuno nei Chetognati.

Insomma ogni raffronto col sistema nervoso è per lo manco molto astruso.

Negli organi di senso non troviamo possibile alcuna comparazione, ove s'eccettui forse l'analogia tra i follicoli vestibolari dei Chetognati e le papille boccali dei Nematodi.

Nel tubo digerente esiste qualche simiglianza per l'armatura boccale, per l'esofago e, fino ad un certo punto, per la struttura dell'intestino chilifero. Esistono anche dei mesenteri, ma altra è la loro disposizione nei Chetognati, altra nei Nematodi.

In amendue le classi mancano veri vasi sanguigni ed havvi semplicemente un celoma riempiuto di liquido nutritizio. Nè i Chetognati nè i Nematodi possiedono organi speciali per la respirazione.

Gli organi escretori dei Nematodi sono rappresentati da canali senza ciglia vibratili e situati nei campi laterali. Nei Gordiacei poi quest'apparecchio sembra rudimentale; difatti nel *Mermis* è rappresentato soltanto da una serie di cellule che nel *Gordius* mancano. Di quest'apparato dei Nematodi, i Chetognati presentano, a così dire, un abbozzo; nella *Clàparèdi*, evvi un vero canale ed in altre specie si trova una disposizione uguale a quella del *Mermis.*

Gli organi sessuali hanno disposizione assai divergente. Forse non havvi che un solo parziale riscontro; quest'è che essi possiedono in ambo le classi condotti efferenti loro proprî.

Il Chetosoma (che probabilmente è un Nematode aberrante) venne ritenuto anello d'unione dei Nematodi ai Chetognati: 1° in grazia di una formazione simile ad una pinna; 2° per una corona d'uncini e due organi laterali della testa, onde viene alla testa del Chetosoma una superficiale simiglianza con quella dei Chetognati.

È da deplorarsi che le cognizioni attuali sui Chetosomi siano assai scarse ([1]). Mi sembra però che bastino per ritenere che le comparazioni sopradette sono mal fondate. Infatti se non m'inganno, risulta chiaro dalla Memoria e dalla Tavola di Panceri che la pinna è semplicemente formata di bastoncini probabilmente tubolari e chitinoidi e che gli uncini della testa sono semplicemente chitinoidi. Gli uncini e

([1]) Io stesso avrei ripreso lo studio dei Chetosomi, se la fortuna m'avesse fatto trovare questi animali a Messina, dov'io ne feci paziente ricerca. Per la letteratura dei Chetosomi oltre l'opera di Claparède (p. 88), la Memoria di Metschnikoff, la Memoria di Barrois e Giard già da me citate nella Bibliografia dei Chetognati, vedi Panceri, Atti della R. Accademia di Napoli. 1876, Vol. VII.

le pinne dei Chetosomi possono forse perciò considerarsi semplici ispessimenti della cuticola che riveste il corpo.

Comunque sia, egli è certo che, per ritenere i Chetosomi un ponte tra Nematodi e Chetognati, occorrono simiglianze di molto maggior rilievo di quelle che termino di discutere.

Anche le pretese attinenze dei Chetognati con altre forme aberranti che s'accostano più o meno ai Nematodi (*Echinoderes*, *Trichoderma* ecc.), per quel pochissimo che fin qui conosciamo sulla loro anatomia e embriologia, le pretese attinenze, dico, non sono seriamente sostenibili.

Chiudo questo parallelo tra Chetognati e Nematodi. Io credo che essi non si possano accozzare insieme senza manifesta violenza, in quanto che sconcordano embriologicamente quasi in tutte le direzioni, ed in parecchie anche nel senso anatomico. Accagionare al parassitismo tante divergenze a me sembrerebbe audacia.

Brachiopodi. — Lo sviluppo dei Brachiopodi offre una simiglianza fondamentale con quello dei Chetognati; nella loro gastrula, cioè, come in quella dei Chetognati, si formano due diverticoli, da cui origina il mosoderma. La deficienza di nozioni rispetto ai Brachiopodi ci impedisce d'estendere il confronto anche ai singoli sistemi organici.

Anatomicamente sarebbe difficile di trovar un punto di contatto tra le due classi; anche qui però si deve deplorare la mancanza di cognizioni dal lato dei Brachiopodi.

Hertwig ha detto che questi risultano di tre segmenti, come i Chetognati; ho in addietro sostenuto un' opinione contraria a proposito di questi ultimi; ne' Brachiopodi invece le segmentazione esiste forse, in istato rudimentale [1].

Echinodermi ed Enteropneusti. — Questi due tipi (recentemente riuniti da Metschnikoff sotto il nome di Ambulacraria) sono Enteroceli, come i Brachiopodi ed i Chetognati.

Verso di essi come verso i Brachiopodi, vien perciò teoricamente indirizzata la mente di chi cerca le affinità dei Chetognati, ma pur troppo senza profitto alcuno; perchè accanto ad indubbie simiglianze embriologiche si trovano fortissime divergenze specialmente anatomiche.

Sicchè in complesso si deve conchiudere che non può esistere una parentela prossima tra Chetognati e Ambulacraria.

Artropodi. — Anche accettando le interpretazioni poste dagli Hertwig per dimostrare che gli Artropodi sono Enteroceli, resta sempre una maggioranza di divergenze che schiaccia le poche e malferme convergenze; e ciò tanto dal lato embriologico quanto dal lato anatomico.

Non è però forse inutile che ne tocchiamo alquante cose.

Il sistema nervoso degli Artropodi, siccome si rannoda al sistema nervoso degli Annellidi (col quale si accorda perfettamente ne'suoi lineamenti fondamentali), così ha certi rapporti anche con quello dei Chetognati.

[1] V. Lacaze-Duthiers, *Histoire de la Thécidie*, Ann. sc. nat. etc. Ser. 4, Vol. XV. 1861. — Balfour, *A Treatise of Comparative Embryology*, Vol. I, p. 257-263. — Gegenbaur, *Manuale d'Anatomia comparata*. Trad. d' Emery. Napoli, p. 359-60-61. 1880.

Il ganglio sopraesofageo di questi si può uguagliare a quello degli Artropodi (come già vedemmo la possibilità di identificarlo a quello degli Annellidi). Ma, se siamo autorizzati ad assimigliar il ganglio addominale alla catena ganglionale ventrale, è per lo manco molto dubbio. Vero è che sonvi degli Artropodi, in cui tutta la catena si è fusa in pochi, od anche in un unico ganglio; in questi però è sempre evidente una concentrazione dei gangli, corrispondente, più o meno, alle concrescenze di metameri.

Nessun indizio simile ci è dato di rilevare nei Chetognati.

Huxley osserva che il sistema nervoso dei Pentastomi non è artropodico più di quello dei Chetognati. Ma ciò non include di necessità che anche i Chetognati si leghino agli Artropodi; perchè i Pentastoma (lo ha dimostrato il Leuckart) hanno cogli Artropodi altri legami, che mancano ai Chetognati.

Non sarei lontano dall' assomigliare tra loro i sistemi nervosi splacnici (bocco-intestinali) degli Artropodi e dei Chetognati; a tale riguardo il sistema nervoso dei Chetognati s' avvicina certamente più a quello degli Artropodi, che a quello degli Annellidi, in cui l' esistenza di un sistema bocco-intestinale indipendente (cioè con commessura e ganglio) è eccezionale.

Il sistema nervoso dei Protracheati era forse rapportabile a quello dei Chetognati, prima che vi si scoprissero i rigonfiamenti ganglionari dei cordoni ventrali.

Ho già detto altrove che nell'intima struttura, le fibre nervose degli Artropodi s'assomigliano a quelle dei Chetognati.

Gli organi di senso dei Chetognati, al mio credere, non sono paragonabili a quelli degli Artropodi.

Hertwig stimò che l'occhio dei Chetognati s'avvicinasse all' occhio di parecchi Crostacei, specialmente per la presenza di tre lenti; a luogo conveniente ho negato l'esistenza di queste lenti ed ho detto che per molte ragioni l'occhio dei Chetognati è affatto *sui generis.*

In tutti gli altri sistemi organici non vedo alcun fatto che approssimi i Chetognati agli Artropodi.

Molluschi. — Non si può stabilire un paragone embriologico tra Chetognati e Molluschi; un abisso ne li separa, se è vero che il sistema nervoso dei Molluschi deriva dal mesenchima.

L' anatomia ci rileva parecchie somiglianze di fronte a molte divergenze.

L'epidermide degli Eteropodi pare uguale a quella dei Chetognati, a questi però manca il derma.

I muscoli hanno disposizione e struttura onninamente diversa.

Pel sistema nervoso, ancor recentemente si volle accostare il ramo dei Chetognati a quello dei Molluschi. Si potrebbe tentare d'omologhizzare il ganglio sopra-esofageo dei Molluschi con l'omonimo dei Chetognati ed il pedale dei primi coll'addominale dei secondi; lunghe commissure riuniscono tanto il sopraesofageo al pedale nei Molluschi, quanto il sopraesofageo all' addominale nei Chetognati. Si potrebbe comprender nel paragone anche la commissura retroboccale ed i relativi gangli vestibolari; questa porzione del sistema nervoso dei Chetognati si ripete molto simile in una parte dei Molluschi.

Per completare la comparazione, bisognerebbe però ammettere che l'esistenza di vistosi gangli viscerali fosse una disposizione non ancora esplicatasi nei Chetognati ([1]).

Gli organi di senso permettono alcuni raffronti tra Molluschi e Chetognati.

Tacendo degli occhi che in alcuni Molluschi presentano una distribuzione del pimmento simile a quella dei Chetognati ([2]), possiamo assomigliare gli organi tattili sparsi sul corpo delle Pterotrachee ([3]) alle prominenze tattili e fors' anche l'organo olfatorio ([4]) alla corona cigliata. I follicoli boccali delle Pterotrachee ([5]) sono identici a quelli dei Chetognati (ciò mi ha assicurato l'illustre prof. Todaro).

L' intestino anteriore dei Molluschi è fatto ad imagine di quello dei Chetognati. E questo punto merita molta attenzione.

La cavità del prepuzio si potrebbe considerare, come parte anteriore della cavità dell'esofago; e l'orificio del prepuzio, come apertura boccale. In questo senso, il vestibolo boccale colle sue appendici di quattro sorta e co' suoi muscoli sarebbe un cercine sporgente nella cavità dell' esofago ([6]). Lo strato di cellule uguali alle esofagee, che ho descritto nel fondo ceco del prepuzio, autorizza queste mie vedute.

Per le quali posso fare un ravvicinamento dei Chetognati ai Molluschi. In una parte dei Molluschi, ed in particolare nei Cefalofori, l' esofago presenta delle sporgenze simili ; anche queste hanno muscoli, copertura chitinosa ed uncini, che sono mobili negli Eteropodi; in questi la sporgenza in discorso (bulbo o proboscide) può essere fornita anche di follicoli sensitivi boccali. Ognuno capisce perciò che il paragone cogli Eteropodi è più calzante, che cogli altri Molluschi.

Le somiglianze del tubo digerente si limitano però all' esofago; nel resto i due tipi sono molto lontani.

Nessun altro riscontro sodo ci offrono gli altri sistemi organici.

Le cose essendo così, sono obbligato a conchiudere che di fronte a pochi incontri e contatti, a così chiamarli, stanno molte divergenze; quindi l' impossibilità di ammettere un' affinità prossima tra Chetognati e Molluschi.

Tunicati e Vertebrati. — Nello stato attuale delle cognizioni anatomiche-embriologiche, reputo fatica sprecata il cercare un' affinità prossima dei Chetognati, coi Tunicati e coi Vertebrati.

Nella *Claparèdi* e nella *Dràco* esiste un tessuto paragonabile fisiologicamente a quello della notocorda; anatomicamente invece il paragone non regge nè punto, nè poco.

([1]) I qui esposti concetti andrebbero molto modificati, se si accettasse l'idea che i tronchi longitudinali che partono dal ganglio del piede accennino ad una catena nervosa ventrale.

([2]) V. specialmente Semper, *U. d. Sehorgane von Typus der Wierbelthierenaugen a. d. Rücken d. Schnecken.* Wiesbaden, 1877. — Hikson, *The Eye of Pecten.* In Quart. Journ. of microsc. sc. 1881. p. 452.

([3]) V. Edinger, *D. Hauptnerven bei Pterotrachea* (Arch. f. Mikros. Anat. 1877, p. 170).

([4]) V. specialmente Spengel, *D. Gerüchsorgane u. d. Nervensystem d. Mollusken* in Zeitsch. f. wissen. Zool. 1881.

([5]) V. Todaro e Milone, Accademia dei Lincei. Transunti 1879. p. 250.

([6]) Il prepuzio, verrebbe ad essere invece che appendice, parte integrante della testa; si ricordi che il ganglio esofageo si può considerare compreso nello spessore del prepuzio.

CONCLUSIONE GENERALE

Dai fatti confronti risulta chiaro ed aperto che, per quanto finora si sa, non esiste tra i Chetognati ed alcun altro tipo, una parentela, la quale si possa fermamente ritener prossima. Certe rassomiglianze che, pesate isolatamente potrebbero considerarsene espressione, contrapesate, com'è logico, con le relative dissomiglianze, s'abbassano a semplici analogie, o a convergenze secondarie, o forse ad affinità lontane.

Due circostanze concorrono a togliere il significato di parentela a molte delle riscontrate similitudini; esse sono:

1° Nei tipi, con cui esistono similitudini anatomiche, s'incontrano forti dissimilitudini embriologiche, e, viceversa, nei tipi, in cui si trovano delle grandi attinenze embriologiche, sono profonde le divergenze anatomiche.

2° I Chetognati non somigliano per un carattere ad una classe e per un altro differente ad un'altra; ma sono, per lo più, od i medesimi caratteri anatomici (sistema nervoso e muscolare), od i medesimi caratteri embriologici (enterocele), quelli con cui riesce il paragone.

Credo, insomma, che le relazioni dei Chetognati rimangansi oscure e sepolte; nè vedesi indizio che sian per essere scoperte in fra breve.

Le mie ricerche non hanno raggiunto lo scopo, che mi movea ad imprenderle.

Eppure, se la teoria della discendenza è conforme alla realtà, io non sono andato in traccia di una chimera!

Lungi da me la pretesa di avversare il Darwinismo, che è al giorno d'oggi sostentato da un'immensa schiera di fatti e dai pensamenti di poderosi ingegni speculativi; voglio soltanto dire che la ricerca di queste affinità dei Chetognati sarà sempre problema essenziale e meriterà sempre le fatiche degli osservatori; e nessun studio sarà soverchio a questo fine. Perchè nel fondo fondo, l'unità del regno animale non sarà basata con tutta sodezza fino a tanto che resteranno dei rami, che apparentemente almeno, non procedono, a così dire, dal grande albero.

Quando si perdesse la speranza di scovrire queste affinità (e forse non queste sole), potrebbe almeno rampollare il dubbio che certe altre oggidì proclamate, come inconcusse, sian invece apparenze ingannevoli; attesochè, ammessa per alcuni tipi la mancanza di documenti genealogici fossili, o viventi, per ritenere ancora la teoria della discendenza, occorrerebbe fare un' immensa parte a tipi, che, durante la discendenza stessa, sarebbero scomparsi, senza lasciar alcuna traccia. Ed allora, se tanto minato è il terreno, con qual animo edificheremo sovra di esso?

Intanto confidiamo che i fatti smentiscano questi supposti; l'egregio prof. Kleinenberg ha scritto: io ho la fede che ogni fatto ben riconosciuto, sia pure tale che paia svelare un abisso tra i così detti tipi, è un passo in avanti per stabilire l'unità del regno animale.

Capo III.

Istiologia generale.

Ho riservato a questo ultimo capo alcune considerazioni di istiologia generale. Esse riguardano: 1° il tessuto musculare; 2° il tessuto nervoso; 3° l'intestino; 4° gli occhi.

§. 1.

Nella musculatura appartenente allo strato proprio delle aree laterali, egli è evidentissimo che, in corrispondenza alla stria oscura, la fibrilla musculare è sporgente ed è quasi circondata da un cercine. Questi cercini vennero pochi mesi fa [1] giudicati semplici varicosità della sostanza contrattile e furono assunti per spiegare la striatura delle fibre muscolari. Fin qui io non posso arrivare; mi limito invece ad osservare che la fibrilla presenta delle varicosità in corrispondenza alle strie oscure; se il protoplasma sia uguale a quello che forma le strie chiare, io non lo so.

§ 2.

a) I fatti recentemente pubblicati dal prof. Golgi [2], intorno alla struttura del midollo spinale e del cervello in alcuni Vertebrati superiori, consonano con quelli da me veduti nei Chetognati.

Qua, come là, abbiamo cellule nervose monopolari, cioè con un solo prolungamento nervoso; il quale nei Vertebrati si divide più, o meno in una *fina rete nervosa;* negli Invertebrati esso disciogliesi (in modo simile) nella sostanza punteggiata di Leydig, che è un intricatissimo viluppo di fibrille nervose. I nervi nel caso dei Vertebrati originano dalla fina rete nervosa; nel caso dei Chetognati dall' equipollente sostanza punteggiata.

La sostanza punteggiata è per lo più attraversata da fibre nervose più, o meno grosse. Questo fatto accenna forse a cellule, il cui prolungamento nervoso, sebbene somministri alcuni rami laterali, destinati colla successiva divisione a prender parte alla formazione della sostanza punteggiata, mantenga però la propria individualità e vada a mettersi in rapporti diretti colle fibre nervose? Queste cellule, nell'opinione del Golgi, sarebbero motrici.

b) Le fibre giganti dei Chetognati sono omogenee e questo fatto mi sembra una delle più belle prove contro la pretesa struttura fibrillare della fibra nervosa.

È notevole che le fibre giganti si biforcano e ribiforcano sempre ad angolo acuto.

c) I plessi nervosi periferici, da me descritti nell'*Hexaptera* e nella *Lyra,* mancano quasi affatto nelle specie piccole. Egli sembrerebbe perciò che questi plessi giovassero al trasmettersi delle impressioni, quando gli organi di senso sono alquanto lontani dai centri nervosi. E nel fatto, oltre ai plessi ed alle maggiori dimensioni dei nervi, una distanza *assolutamente maggiore* tra certe prominenze tattili ed i gangli,

[1] V. Quart. Journ. of micr. sc. n. April. 1881: Klein, p. 231; Haycraf, p. 307.

[2] *Sulle origini centrali dei nervi*, nel Giorn. internazionale delle scienze mediche, anno 3° 1881.

entra a distinguere il sistema nervoso periferico delle specie grandi da quello delle specie piccole.

Verosimilissimamente anche dai primi rami di un nervo d' *Hexaptera* dipartonsi troncolini terminali per le prominenze sovrastanti. Di qui parrebbe che alle prominenze più vicine ai centri nervosi andassero rami, che quasi non avessero preso parte a far i plessi e perciò che queste prominenze, a così dir, più centrali, non si giovassero dei plessi medesimi.

In molti altri animali si trovano reti, o plessi simili, di cui non conosciamo il valore fisiologico. I Chetognati ci porgono forse la chiave per divinarlo.

§ 3.

Le mutazioni fisiologiche che l'epitelio intestinale subisce durante il processo digestivo, a mio credere, sono degne di meditazione, sopratutto perchè confermano il concetto che la secrezione è il risultamento dell'attività che si svolge nel protoplasma delle cellule ghiandolari. Così questo concetto (a cui s'era giunti con induzioni teoriche e di cui, in questi ultimi anni, s'era trovata la conferma in osservazioni sovra Metazoi superiori) ora vien suffragato anche da fatti offerti da Metazoi inferiori.

Il processo dei Chetognati non trova perfetto riscontro in veruno di quelli finora descritti nelle ghiandole dei Vertebrati; però s'avvicina alquanto a quello proprio del pancreas. Anche qui, nello stadio di digiuno, la cellula ingrandisce e si formano dei granuli, che scompaiono durante la digestione. La differenza sta in ciò che nel pancreas non è tutta la cellula, che partecipa al processo, ma soltanto la parte che guarda il lume dell'alveolo ([1]).

([1]) Heidenheim, Arch. f. mikros. Anat. B. X (1870). — Lavdowsky, id. B. XIII (1877). — Rollet, Untersuch. a. d. Inst. f. Phys. Gratz, p. 143 (1871). — Pflüger's Archiv B. X, p. 557 (1875). Verhandl. Naturhist. Med. Vereins. Heidelberg, B. 1. H. 5 (1871).

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

(Le seguenti lettere hanno lo stesso significato in tutte le figure).

an ano
bas bastoncini
ca cellule adesive
cd condotto deferente
ce celoma
ci cellule interrariadi
cl clave del prepuzio
cm commissura retroboccale
cn cellule nervose
co corona cigliata
cs cavità spermatica, o caudale
cu cuticola
cav cavità?
cen capo esterno del nastro muscolare dorsale
cep cellule epidermoidali
cia cellule intestinali assorbenti
cig cellule intestinali ghiandolari
cin capo interno del nastro muscolare dorsale
clg muscolo grande complesso laterale
cli celluline? dell'epidermide delle pinne
clm muscolo complesso mediano (ventrale)
clmi organo intramuscolare del complesso mediano
clml legamento del complesso mediano
clp muscolo piccolo complesso laterale
cma commissura del cervello col ganglio addominale
cma' cellule maggiori del ganglio addominale
cmi cellule minori del ganglio addominale
cmp cellule mucipare del prepuzio
coa estremità anteriore della corona cigliata
coi cellule indifferenti dell'occhio
com colonna mediana del ganglio addominale
con coni - bastoncini
cop estremità posteriore della corona cigliata
cos cellule sensitive dell'occhio
cum cumoli spermatici
da denti anteriori
di diverticoli dell'intestino
dp denti posteriori
ec epitelio della cavità caudale
eg epitelio germinativo ovarico
ep endotelio peritoneale
es esofago
ev epitelio vestibolare
epd epidermide
fa fibre perianali
fg fibre giganti
fm formazioni pinnoidi
fm' fibrille muscolari
fr fossetta vestibolare
fov follicoli vestibolari
fre fossetta retrocerebrale
frea appendici della fossetta retrocerebrale
g gangliolemma e nevroglia
ga ganglio
gc ganglio sopraesofageo
gd ganglio addominale
gl lacune del ganglio - nevrilemma
gn nuclei del ganglio - nevrilemma
gp ganglio periesofageo
gv ganglio vestibolare
gde sostanza cellulare del ganglio addominale
gva lobetto accessorio del ganglio vestibolare
i intestino chilifero
im impalcatura del mesenterio ventrale
lb lamina basilare
lm lamella, od orlo aponeurotico
lad lacuna dorsale, o abbozzo di vaso dorsale
lml lamelle muscolari
lvd lamina vertical dorsale
lvd' laminette, in cui si divide la lamina vertical dorsale
ma mesenterio, che unisce l'estremità posteriore dell'intestino (nella *Lyra*) al setto mediano
me mesenterio
mt musculatura trasversale
mu musculatura
mep muscolo espanso preorale
mes muscolo espanso subcerebrale
mus musculatura generale secondaria
n nuclei
na tronchi anteriori del ganglio addominale
nc nervo coronale
ne nervo
nl nervi laterali del ganglio addominale
nm branca mediana

no nervo ottico
np tronchi posteriori del ganglio addominale
nac tronchi anteriori del cervello
nad nastri muscolari dorsali
nav nastri muscolari ventrali
nmi nucleo - mioblasto
oc occhio
ov ovario
oba muscolo obliquo anteriore
obp muscolo obliquo posteriore
obpc muscolo obliquo profondo del collo e della testa
obs muscolo obliquo superficiale del collo e della testa
osd organo speciale della *Draco*
ovd ovispermadotto
pa pinna anteriore
pe peli
pi pinna impari
pm pinna media
pr prepuzio
pt prominenze tattili
ped peduncolo dell'uovo
pie piega allo sbocco interno del canal deferente
pim pimmento
prm musculatura del prepuzio
ra raggi delle pinne
sa sostanza amorfa delle pinne
sc sezione caudale
sm setto mediano
sp spermateca
ss setto secondario della cavità caudale
st setto trasversale
sar sostanza amorfa, rosea od incolora, dell'occhio
sbc sbocco della ghiandola
sbo sbocco dell'ovidotto
sof sostanza fibrosa - punteggiata
sop sostanza punteggiata o di Leydig
spi spazi intercellulari
spl spazi nutrizî (canalicolariformi) dell' occhio
spp spazio perioculare
spr spranga laterale della testa
tc testicolo
tp tasca posterior-laterale della celletta spermatica
tr tramezze centrali dell'occhio
tra tratto di congiunzione, o ponte tra la pinna media e l'anteriore
u uncini
usc sostanza corticale degli uncini
usm sostanza midollare degli uncini
ve sbocco del vestibolo nell'esofago
vs vescicola spermatica
vsm meato della vescicola spermatica

Le figure vennero per la maggior parte copiate colla Camera Lucida al Micros. Hart.

Le cifre messe dopo la spiegazione delle singole figure indicano l'ingrandimento: la prima segna l'Oculare, la seconda l'Obiettivo.

Non indico il metodo di preparazione, quando la figura qui copiata si può facilmente ottenere con vari processi.

Tavola I.

Fig. 1. Sagitta Claparèdi, vista dalla faccia dorsale.
» 2. Spadella Minima.
» 3. Spadella Magna.
» 4. Spadella Bipunctata.
» 5. Spadella Hamata (secondo Möbius).
» 6. Spadella Hexaptera: giovane individuo, in grandezza naturale.
» 7. Spadella Enflata.
» 8. Spadella Serratodentata.
» 9 e 10. Denti. — Subtilis. 3 - 8.
» 11. Denti anteriori — Magna. 3 - 7.
» 12. Uncino — Subtilis. 3 - 8.
» 13. Punta d'un uncino — Lyra. 3 - 8.
» 14. Punta d'un uncino — Minima. 3 - 8.
» 15. Corona cigliata — di fronte — Lyra. 3-4.
» 16. Testa vista dalla superficie ventrale — Bipunctata. 3 - 4.

Tavola II.

Fig. 1. Strati profondi dell' epidermide, nelle parti antero-laterali del tronco — di fronte — Bipunctata. 3 - 9.

» 2. Epidermide della parte posteriore del tronco — di fronte — Bipunctata. 3 - 9.

» 3. Strato superficiale dell' epidermide nelle parti antero-laterali del tronco — di fronte — Bipunctata. 3 - 8.

» 4 e 5. Cellule epidermoidali — di fronte — Hexaptera. 3 - 8.

» 6. Epidermide del tronco (un po' posteriormente al ganglio addominale) e sue cellule adesive — di fronte — Claparèdi. 3 - 8 (preparazione col metodo degli Hertwig: i nuclei non si vedono).

» 7. Epidermide del tronco (un po' posteriormente al ganglio addominale) e sue cellule adesive — sezione verticale — Claparèdi. 3 - 8.

» 8. Epidermide sulla pinna impari — Claparèdi. 3 - 8.

» 9. Epidermide sulla pinna impari — Hexaptera. 3 - 9.

» 10. Cellule epidermoidali del vestibolo boccale — di fianco — Hexaptera. 4 - 8.

» 11. Cellule epidermoidali del vestibolo boccale, alquanto allontanate l'una dall'altra — di fronte — Hexaptera. 4 - 8.

» 12. *A*. Un cucuzzolo della callotta splendente. *B*. Una porzione d' un cucuzzolo — di fronte — Serratodentata. 4 - 9.

» 13. (*superiore*). Una porzione della callotta splendente e ad orlo frangiato — Bipunctata. 3 - 8.

» 13. (*inferiore*). Porzione della callotta splendente — di fronte — Enflata. 3 - 9.

» 14. Porzione di pinna senza epidermide — di fronte — Hexaptera. 3 - 8.

» 15. Porzione centrale d'una prominenza tattile (si vede una porzione delle cellule centrali, coperta di bastoncini) — Hexaptera. 3 - 9 (preparazione fatta con acido osmico, carmino di Beale e glicerina)

» 16. Corona cigliata ed epidermide circostante — sezione-trasversale-verticale — Enflata. 3 - 8.

» 17. Entodelio del celoma (nelle aree laterali). — Hexaptera. 3 - 9.

» 18. Porzione della musculatura generale secondaria in vicinanza all' estremità posteriore della pinna media — di fronte — Hexaptera. 5 - 9 (preparazione col metodo di Kleinenberg).

» 19. Strato che copre i nastri muscolari alla superficie profonda, bagnata, cioè ,dal liquido peritoneale (si vedono delle strie longitudinali accennanti alle sottostanti orlature aponeurotiche delle lamelle musculari) — di fronte — Hexaptera. 3 - 9 (preparazione fatta coll' oro).

» 20. *A*. *B*. *C*. Idem, quando i nastri musculari sono contratti (?) 3 - 8 (preparazione fatta coll' osmio.

» 21. Idem. su una sezione ottica, longitudinale quasi verticale (si vede anche una parte di una lamella musculare) 3 - 9.

» 22. Muscoli gemini della testa — sezione-trasversale-verticale. — Hexaptera. 3 - 9.

» 23. Epidermide del tronco e nervi sottostanti — Lyra. 3 - 8.

Tavola III.

Fig. 1. Musculatura dorsale della testa e della parte anteriore del tronco (sovra una metà non sono segnati i muscoli obliquo anteriore e posteriore e l'obliquo profondo del collo e della testa) — di fronte — Bipunctata. 3 - 4.

» 2. Porzione della musculatura dorsale, della testa e della parte anteriore del tronco — di fronte — Hexaptera. 3 - 4.

» 3. Ganglio addominale — di fronte — Hexaptera. 3 - 4.

» 4. Epidermide delle aree laterali al tronco — Draco. 3 - 8 (a fresco).

» 5. Musculatura ventrale della testa e della porzione anteriore del tronco (in una metà è figurato uno dei due strati principali del muscolo grande complesso laterale, nell'altra l'altro) — di fronte — Bipunctata. 3 - 4.

Fig. 6. Porzione anteriore della superficie ventrale della testa — di fronte — Hexaptera. 3 - 4.
» 7. Ano ed organi vicini — di fronte — Lyra. 3 - 8.
» 8. Sezione caudale — di fronte — Enflata lunga 9 mml. 1 - 3.
» 9. Idem Enflata lunga 17 mml. 1 - 3.
» 10. Testa di giovane Minima - dal lato dorsale. 3 - 8.

Tavola IV.

NB. *In alcune figure che rappresentano il cervello ed il ganglio addominale sono segnate col carmino le fibre nervose di calibro maggiore (fibre giganti).*

Fig. 1. Cervello isolato — di fronte — Lyra. 3 - 8.
» 2. Cervello: estremità anteriore — sezion trasversale quasi verticale — Hexaptera. 3 - 8.
» 3. Idem: porzione media-anteriore.
» 4. Idem: porzione media-posteriore.
» 5. Idem: porzione posteriore.
» 6. Cervello con un' appendice della fossetta retrocerebrale — sezione longitudinale quasi verticale, un po' discosta dal piano median-verticale longitudinale — Enflata. 3 - 8.
» 7. Testa — sezione trasversale quasi verticale, press' a poco a livello della porzione media del cervello (il liquido peritoneale coagulato è segnato col carmino: il coagulo del liquido peritoneale s' estende nello spessore del prepuzio e riempie anche una piega fatta dal prepuzio verso il fondo cieco).
» 8. Ganglio addominale: parte anteriore — sezione trasversale-quasi verticale. — Hexaptera. 3 - 8.
» 9. Idem: parte mediana.
» 10. Idem: un' altra sezione della parte mediana.
» 11. Sostanza fibrosa-punteggiata nella parte profonda laterale del ganglio addominale — sezione trasversale-quasi verticale — Hexaptera. 3 - 9.
» 12. Parte mediana del ganglio addominale — sezione trasversale-quasi verticale — Claparèdi. 3 - 8.

Tavola V.

Fig. 1. Occhio — sezione ottica, orizzontale — Hexaptera. 3 - 9.
» 2. Occhio — sezione trasversale-verticale — Hexaptera. 3 - 9.
» 3. Occhio — sezione ottica, orizzontale per mostrare i nervi — Hexaptera. 4 - 9. (Figura emischematica).
» 4. Occhio — sezione ottica, orizzontale — Serratodentata. 3 - 8 (a fresco).
» 5. Occhio — sezione ottica, orizzontale — Claparèdi. 3 - 9 (a fresco).
» 6. Coni bastoncini isolati — Hexaptera, 3 - 9.
» 7. Follicolo vestibolare — sezione verticale — Hexaptera. 3 - 8.
» 8. Due follicoli vestibolari, da cui si è distaccata la cuticola — di fronte — Hexaptera. 4 - 8.
» 9. Papilla del prepuzio e spranga laterale della testa — sezione quasi verticale-longitudinale della testa — Hexaptera. 3 - 8.
» 10. Cervello ed un' appendice della fossetta retrocerebrale — sezione longitudinale-verticale, un po' discosta dal piano mediano verticale-longitudinale — Bipunctata. 3 - 8.
» 11. Commissura retro-boccale (o retro-vestibolare) tra i gangli vestibolari — di fronte — Bipunctata. 3 - 8 (in animali morenti).
» 12. Porzione di intestino e di mesenterio dorsale — di fronte — Hexaptera. 3 - 9 (in una parte della figura è disegnato soltanto l' epitelio intestinale).
» 13. Porzione di mesenterio ventrale — di fronte — Hexaptera. 3 - 9 (in una parte della figura non sono disegnate le fibre: i nuclei nel preparato non erano visibili).
» 14. Pinna media — sezione trasversa — Enflata? 3 - 8.
» 15. Giovane uovo con peduncolo pluricellulare — Claparèdi. 3 - 8 (preparazione fatta a fresco, aggiungendo una goccia d' acido acetico, il quale ha prodotto l' allontanamento del corpo dell' uovo dal suo involucro).

Fig. 16 e 17. Cellule ganglionari del plesso nervoso periferico — Hexaptera. 3 - 8.
» 18. Porzione della corona cigliata e del coronale, che la innerva — di fronte — Hexaptera. 3 - 8 (a fresco).

Tavola VI.

Fig. 1. Prominenza tattile — di fronte — Hexaptera. 4 - 8 (preparazione fatta col metodo di Kleinenberg: i peli tattili non sono visibili).
» 2. Muscolo complesso mediano — sezione press' a poco verticale-longitudinale — Hexaptera. 3 - 8.
» 3. Idem — sezione obliqua longitudinale.
» 4. Epitelio muciparo del prepuzio: un po' lontano dall'estremità anteriore della testa — sezione trasversale-verticale — Hexaptera. 3 - 5.
» 5. Idem: all'estremità anteriore della testa.
» 6. Idem: più lontano dall'estremità anteriore della testa, che nella fig. 4.
» 7. Fossetta (?) mediana vestibolare — sezione ottica, orizzontale — Serratodentata. 3 - 9 (a fresco).
» 8. Occhio scolorito coll'acido cloridrico — sezione trasversale-verticale — Enflata. 3 - 5.
» 9. Uovo quasi maturo — Claparèdi. 3 - 8.
» 10. Testa, vista dalla faccia ventrale — Claparèdi. 3 - 5 (delle fibre musculari non sono segnate che alcune per indicare i principali muscoli e la loro direzione).
» 11. Corpo a livello dei diverticoli dell'intestino — sezione trasversal-verticale — Claparèdi. 3-5.
» 12. Cellule maggiori del ganglio addominale — Hexaptera. 3 - 9.
» 13 e 14. Idem con la rispettiva nevroglia.
» 15. Porzione di una fibra gigante — di fronte — Bipunctata. 3 - 8 (in osmio).
» 16. Estremità anteriore del capo — sezione trasversale molto obligua — Enflata. 3 - 5.
» 17. Muscolo complesso mediano — sezione quasi orizzontale — Hexaptera. 3 - 4.

Tavola VII.

Fig. 1. Spadella Draco, vista del lato dorsale (l'esemplare di cui mi servii per far questo disegno era lungo 6 mml.).
» 2. Lamella musculare romboidale — di fronte — Hexaptera. 3 - 5.
» 3. Lamella musculare trapezica — di fronte — Hexaptera. 3 - 5.
» 4. Lamella musculare quasi romboidale — di fronte — Hexaptera. 3 - 5.
» 5. *A. B. C.* Porzione della musculatura sotto al ganglio addominale — sezione trasversale-verticale — Hexaptera. 3 - 8.
» 6, 7, 8. Fibrille musculari dei campi laterali — di fronte — Hexaptera. 5 - 9.
» 9. *A. B. C.* Lamelle musculari, di coltello — Bipunctata. 3 - 8.
» 10. Idem: di fronte.
» 11. Parte delle cellule centrali e nervo di una prominenza tattile — di fronte — Bipunctata. 3 - 8. (a fresco).
» 12. Prominenza tattile — sezione ottica verticale — Bipunctata. 3 - 8. (a fresco).
» 13. Idem: Draco.
» 14. Porzioni di setole dell' organo speciale della Draco *A.* e *C.* porzioni basilari: *B.* porzione apicale. 3 - 8.
» 15. Serie di peli d'una prominenza tattile — di fronte — Bipunctata 3 - 8.
» 16. (*A. B.*) Idem: di fianco.
» 17. Corona cigliata (vi ho segnato quasi soltanto l'avvallamento ed i bastoncini) — di fronte — Hexaptera. 3 - 8 (figura emischematica).

Tavola VIII.

Fig. 1. Spadella Lyra (morta).
» 2. Testa vista dalla faccia ventrale — Hexaptera. 2 - 2 (Il litografo dimenticò la cifra 2).
» 3. Una metà della parte dorsale del prepuzio insieme col cervello — di fronte — Magna. 3 - 4 (preparazione fatta coll'acido osmico).

Fig. 4. Organo intramusculare — sezione trasversa — Hexaptera. 3 - 8.
» 5. Una ghiandola della pinna laterale — di fronte — Claparèdi 3 - 8 (preparazione fatta col metodo degli Hertwig).
» 6. Un dente e parte del vestibolo, a cui s' inserisce — sezione trasversa — Hexaptera. 3 - 8.
» 7. Endotelio della parte anteriore dell' area laterale — di fronte — Bipunctata. 3 - 8.
» 8. Epidermide della parte media del tronco e plesso nervoso sottostante — di fronte — Hexaptera. 3 - 8.
» 9. Cellule mucipare della parte ventrale del prepuzio — sezione trasversale-verticale — Hexaptera. 3 - 8.
» 10. Corona cigliata ed epidermide circostante — sezione verticale-trasversale — Enflata. 3 - 8.
» 11. Cellule delle prominenze tattili *B.* centrali *A.* intermedie — di fronte — Hexaptera. 3 - 8.
» 12. *A.* Cellule periferiche delle prominenze tattili; a queste cellule sono aderenti i bastoncini che portano i peli; *B.* avvallamento circondato dagli estremi ingrossati dei bastoncini — di fronte — Hexaptera. 3 - 8.
» 13. Fossetta vestibolare veduta su una sezione del corpo verticale-longitudinale (la cavità su questa sezione è ridotta ad una semplice linea) Hexaptera. 3 - 8.

Tavola IX.

Fig. 1. Terzo anteriore e terzo posteriore del ganglio addominale in cui sono disegnate le fibre giganti — Bipunctata. 3 - 8 (figura emischematica).
long = longitudinale.
est = esterna
int = interna
an = ansa
» 2. Testa e parte anteriore del tronco, vista dal lato dorsale — Bipunctata. 4 - 4.
» 3. Coda, in cui ho indicato con freccie la circolazione dei cumoli spermatici — Serratodentata. 3 - 4 (figura schematica).
» 4. Prominenze tattili delle regioni laterali del tronco — Bipunctata. 1 - 2.
» 5. Ganglio addominale e suoi tronchi nervosi — Lyra. 3 - 4. (I tronchi anteriori non sono disegnati per intero; là dove si vede una piccola interruzione corrisponde la lunga porzione che io ho tralasciato).
» 6. Sistema nervoso della testa — di fronte — Hexaptera. 2 - 4. (figura schematica).
ne′ = ramo esofageo inferiore (che si diparte dalla commissura retroboccale).
ne″ = nervo lunghissimo (del ganglio vestibolare).
ne‴ = nervi esofagei superiori (del ganglio periesofageo).
ne⁗ = nervi che si dipartono dai lati anteriori del cervello.
nf = nervo dei follicoli vestibolari (?).
» 7. Coda — di fronte — Hexaptera. 4 - 5.

Tavola X.

Fig. 1. Porzione d' intestino chilifero — di fronte — Hexaptera. 3 - 9.
» 2 a 7. Idem (Nella fig. 3 *cia* vale cellule digerenti, *cig* cellule assorbenti).
» 8. Cellule dell' intestino chilifero, che hanno assunto granuli di pimmento — Claparèdi. 3 - 8 (a fresco).
» 9. Epitelio d' una porzione dell' esofago e relative cellule nervose — sezione trasversale-verticale — Hexaptera. 3 - 8.
» 10. Vescicola spermatica — sezione trasversale-verticale (rispetto al corpo dell'animale) — Hexaptera. 3 - 8.
» 11. Condotto deferente in vicinanza alla vescicola spermatica — sezione trasversale-verticale (rispetto al corpo dell' animale) — Hexaptera. 3 - 8.
» 12. Idem: in vicinanza allo sbocco nella celletta.

Fig. 13. Porzione posteriore del cervello, fossetta retrocerebrale con le sue appendici e porzione anteriore della corona cigliata — viste dalla faccia dorsale — Hexaptera. 3 - 4.
» 14. Fossetta retrocerebrale — di fronte — Hexaptera. 3 - 9.
» 15. Un' appendice della fossetta retrocerebrale — di fronte — Hexaptera. 5 - 9.

Tavola XI.

Fig. 1. Ovario quasi maturo coll' ovispermadotto pieno di sperma — di fronte — Bipunctata. 3 - 5.
» 2. Estremità anteriore dell' ovispermadotto pieno di sperma — dalla faccia dorsale — Lyra. 3 - 4.
d = dilatazione a bulbo
lo = legamento ovarico superiore.
» 3. Ovario ed ovispermadotto — sezione trasversale — Claparèdi. 3 - 8.
» 4. Tronco un po' indietro del ganglio addominale — sezione trasversale — Claparèdi. 3 - 5.
» 5. Epitelio germinativo ed ovispermadotto — sezione trasversa — Hexaptera matura. 3 - 9.
in = involucro ovarico
ep = epitelio distaccatosi dall' ovispermadotto e spermatozoi.
» 6. Ovispermadotto — parte di una sezione trasversa — Hexaptera. 3 - 9.
ep = V. ep della fig. 5
i = interruzioni da cui fuorescono gli spermatozoi
s = spermatozoi usciti.
» 7. Ovario ed ovispermadotto — sezione trasversale — Bipunctata. 3 - 8.
» 8. Cellule isolate dell' epitelio germinativo — Enflata. 3 - 8.
» 9. Uovo giovane con un peduncolo fatto da una cellula germinativa — Claparèdi. 3 - 8.
» 10. Una porzione d' uovo un po' più grosso che nella fig. 9. — Claparèdi. 3 - 8.
» 11. Involucro ovarico — di fronte — Hexaptera matura. 3 - 9.

Tavola XII.

Fig. 1. Tronco — parte di una sezione trasversale (in vicinanza al ganglio addominale) — Claparèdi. 3 - 8.
ab = abbozzo di organo escretorio.
» 2. Tronco — sezione trasversa a livello dell' estremità posteriore della corona cigliata — Claparèdi. 3 - 5.
ab = V. ab della fig. 1.
» 3. Spermatozoi che fuorescono dall' ovispermadotto in mezzo all' epitelio germinativo — visti dal lato dorsale — Bipunctata. 3 - 8 (a fresco).
» 4. Ganglio addominale — dal lato ventrale — Magna. 3 - 3.
» 5. Vescicola spermatica piena di spermatozoi — di fronte — Bipunctata. 3 - 4.
» 6. Idem: in una posizione alquanto differente.
» 7. Idem: colla callotta splendente (ca) in parte distaccata.
» 8. Vescicola spermatica e condotto deferente — di fronte — Serratodentata. 3 - 4.
pa = papille (cucuzzoli) della callotta spendente.
» 9. Spadella Subtilis.
» 10. Porzione basilare d' un uncino — di fianco — Hexaptera. 3 - 4.
» 11. Apice d' un uncino — di fronte — Hexaptera. 4 - 8.
» 12. Coda — sezione trasversa — Bipunctata. 5 - 5.
» 13. Porzione d' un tronco posteriore del ganglio addominale là dove comincia a formar plessi — di fronte — Hexaptera. 3 - 8.
» 14. Musculatura della coda — parte di una sezione trasversa — Bipunctata. 3 — 8.
lmi = lama minore
lma = lama maggiore.
» 15. Fibra gigante diramantesi — di fronte — Bipunctata. 3 - 8.

Tavola XIII.

Fig. 1 e 2. Cumoli senza processi spermatici, ma già distaccatisi dal testicolo — sezioni ottiche — Bipunctata. 3 - 8. A. Cumolo con vacuoli: B. Cumolo di forma irregolare (a fresco).

» 3. Cumoli, da cui cominciano a sporgere i processi spermatici — sezioni ottiche — Claparèdi. 3 - 8.

» 4. Cumoli, i cui processi spermatici sono già abbastanza lunghi — sezione ottica — Claparèdi. 3 - 8.

» 5, 6 e 7. Cumoli in istadio quasi simile a quello della fig. 4. — Hexaptera. 3 - 5.

» 8. Cellule del testicolo in punti, dove non si vede ancora la distribuzione in cumoli spermatici — Enflata. 3 - 8.

» 9 e 10. Cumoli ancora aderenti al testicolo — Enflata. 3 - 9.

» 11. Cellule d' un cumolo appena staccatosi dal testicolo — di fronte — Bipunctata. 3 - 9.

» 12. Idem — di fianco — Enflata. 3 - 9.

» 13. Cellule a bastoncini d' un cumolo giovane — Enflata. 3 - 9 (dilacerazioni col metodo degli Hertwig).

» 14. Idem — Hexaptera. 3 - 9 (sezione col metodo di Kleinenberg).

» 15. Idem, d'un cumolo più sviluppato — Hexaptera. 3 - 9 (sezione col metodo di Kleinenberg).

» 16. Idem, d'un cumolo forse sviluppato come nella fig. 15 (dilacerazione col metodo degli Hertwig). — Enflata. 3 - 9.

» 17. Idem, d'un cumolo più sviluppato che nella fig. 16. — Enflata. 3 - 9 (dilacerazione, *ut supra*).

» 18. Idem, d'un cumolo più sviluppato che nella fig. 17. — Enflata. 3 - 9. (dilacerazione *ut supra*).

» 19. Idem, d' un cumolo più sviluppato che nella fig. 18 (?) (non sono però ancora comparsi i processi spermatici) (sezione col metodo di Kleinenberg) — Claparèdi. 3-9.

» 20. Idem di fig. 12? — Claparèdi. 3-9.

» 21. 22 e 23. Cellule, da cui parte un processo spermatico che è ancora breve (a fresco) — Claparèdi. 3-9.

» 24. Cumolo spermatico poco lontano dalla maturanza — Claparèdi. 3 - 8. (a fresco).
a. un elemento distaccatosi dal cumolo.

» 25. (A e B) Spermatozoi prossimi alla maturanza — Bipunctata. 3 - 9. (a fresco).

» 26. Spermatozoi maturi — Claparèdi. 3 - 9. (a fresco).

» 27 e 28. Cellule plurinucleate nuotanti nella cavità spermatica — Bipunctata. 3 - 9 (a fresco).

» 29 (A. B.), 30 (A. B.) e 31. Idem — Serratodentata. 3 - 9. (coll'acido acetico).

Sistematica.

Tav.	Fig.
Tav. 1.	Fig. 1 a 8.
» 7.	» 1.
» 8.	» 1.
» 12.	» 9.

Epidermide.

Tav.	Fig.
Tav. 2.	Fig. 1 a 9: 15, 24.
» 3.	» 4.
» 5.	» 14.
» 6.	» 11.
» 8.	» 5, 8.

Musculatura generale.

Tav.	Fig.
Tav. 2.	Fig. 8 a 22.
» 6.	» 11.
» 7.	» 2 a 10.
» 8.	» 7.

Musculatura della testa.

Tav.	Fig.
Tav. 2.	Fig. 23.
» 3.	» 1, 2, 5.
» 6.	» 2, 3, 10, 17.
» 8.	» 4.

Prepuzio.

Tav. 1.	Fig. 16.
» 3.	» 10.
» 4.	» 7.
» 5.	» 9.
» 6.	» 4, 5, 6.
» 8.	» 3, 9.

Sistema Nervoso.

Tav. 2.	Fig. 24.
» 3.	» 3.
» 4.	» 1 a 6, 8 a 12.
» 5.	» 10, 11, 16, 17.
» 6.	» 12 a 15.
» 8.	» 8.
» 9.	» 1, 5, 6.
» 12.	» 4, 13.

Prominenze sensitive.

Tav. 2.	Fig. 16.
» 6.	» 1.
» 7.	» 11 a 16.
» 8.	» 11, 12.
» 9.	» 2, 4.

Occhi.

Tav. 5.	Fig. 1 a 6.
» 6.	» 8.

Corona cigliata.

Tav. 1.	Fig. 15.
» 2.	» 17.
» 5.	» 18.
» 8.	» 10.

Fossette vestibolari.

Tav. 3.	Fig. 6.
» 6.	» 7.
» 7.	» 17.
» 8.	» 13.

Fossetta retrocerebrale.

Tav. 4.	Fig. 6.
» 5.	» 10.
» 10.	» 13 a 15.

Follicoli vestibolari.

Tav. 3.	Fig. 6.
» 5.	» 7, 8.

Organi femminili.

Tav. 5.	Fig. 15.
» 6.	» 9.
» 11.	» 1 a 11.
» 12.	» 3.

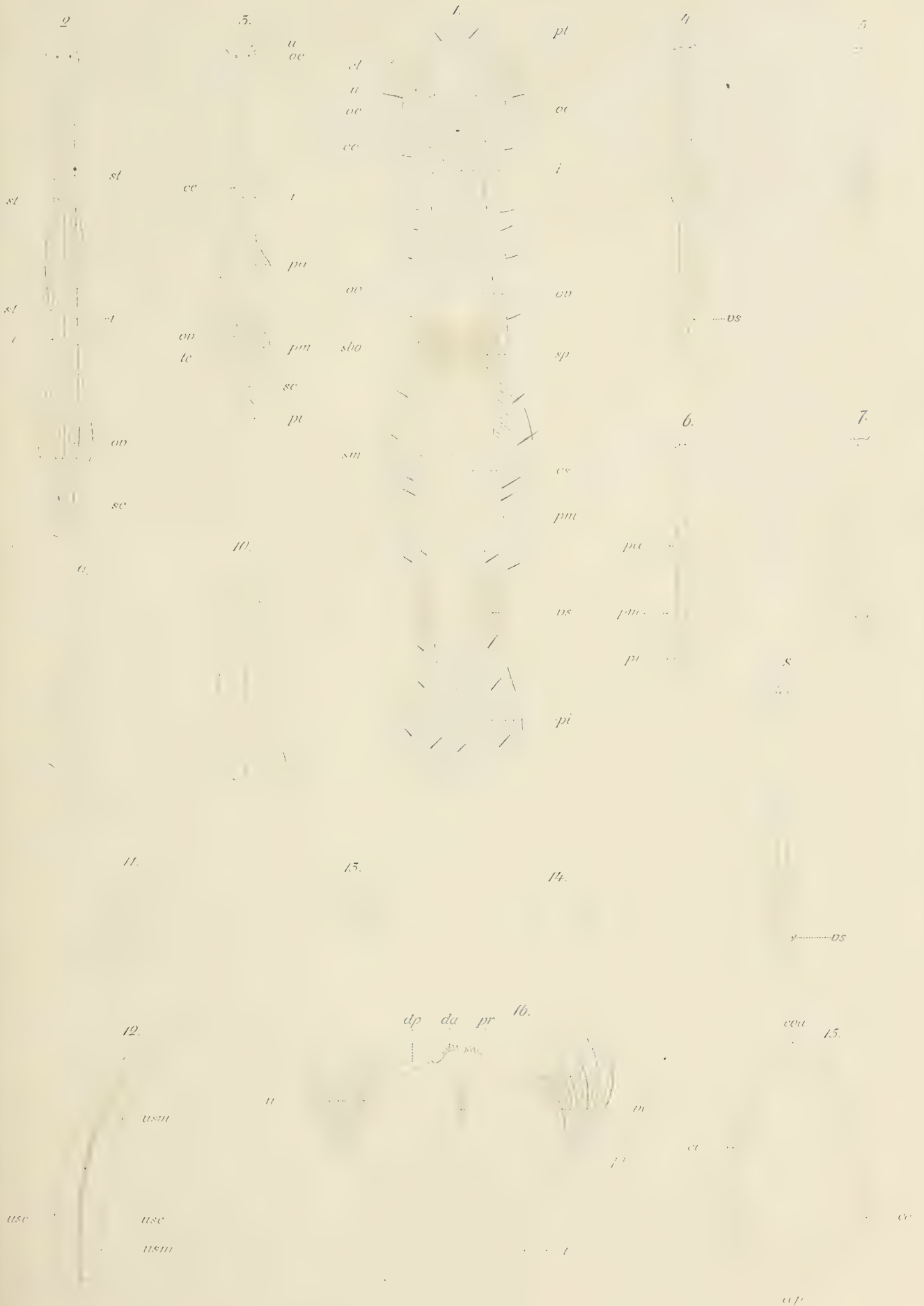
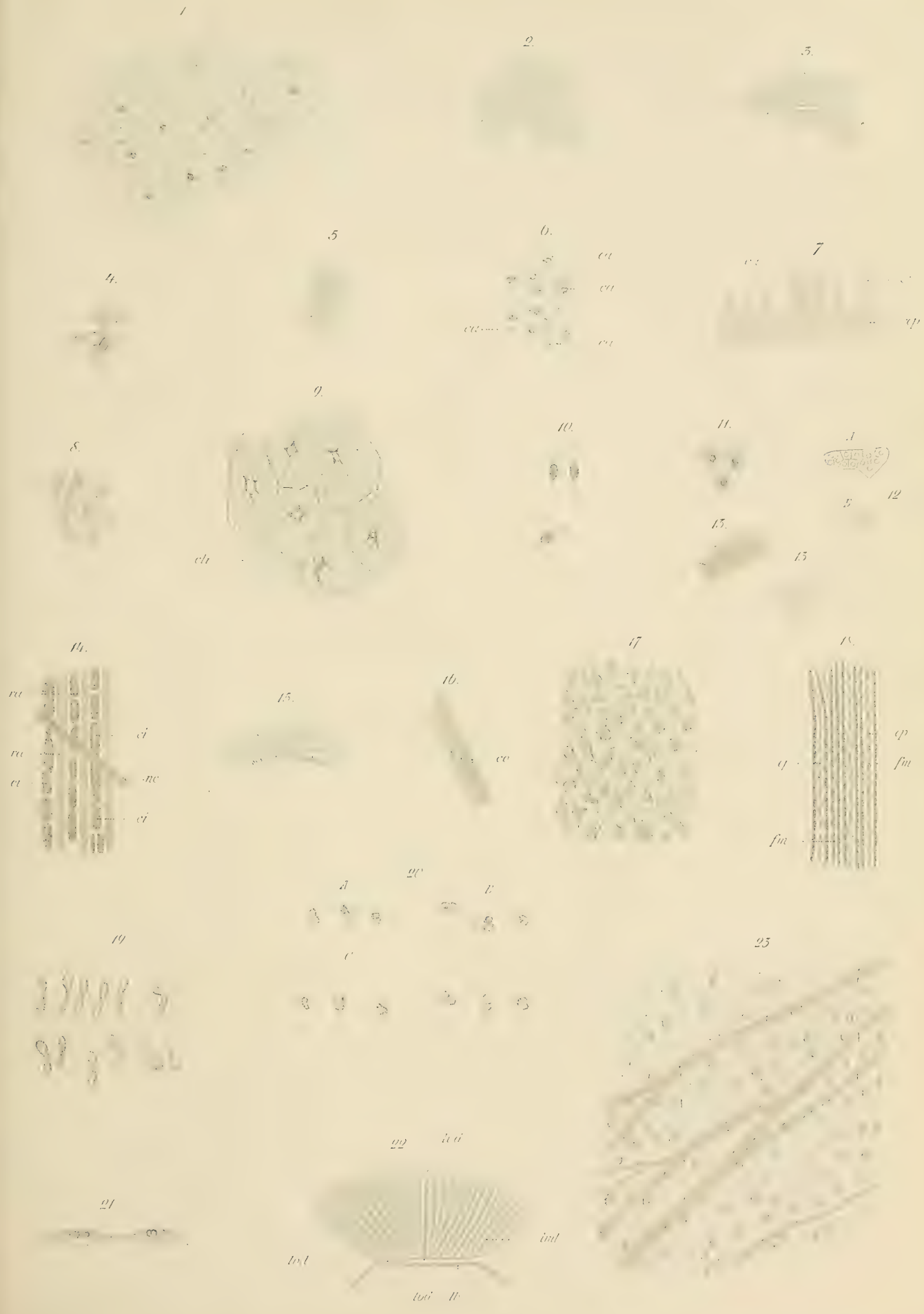
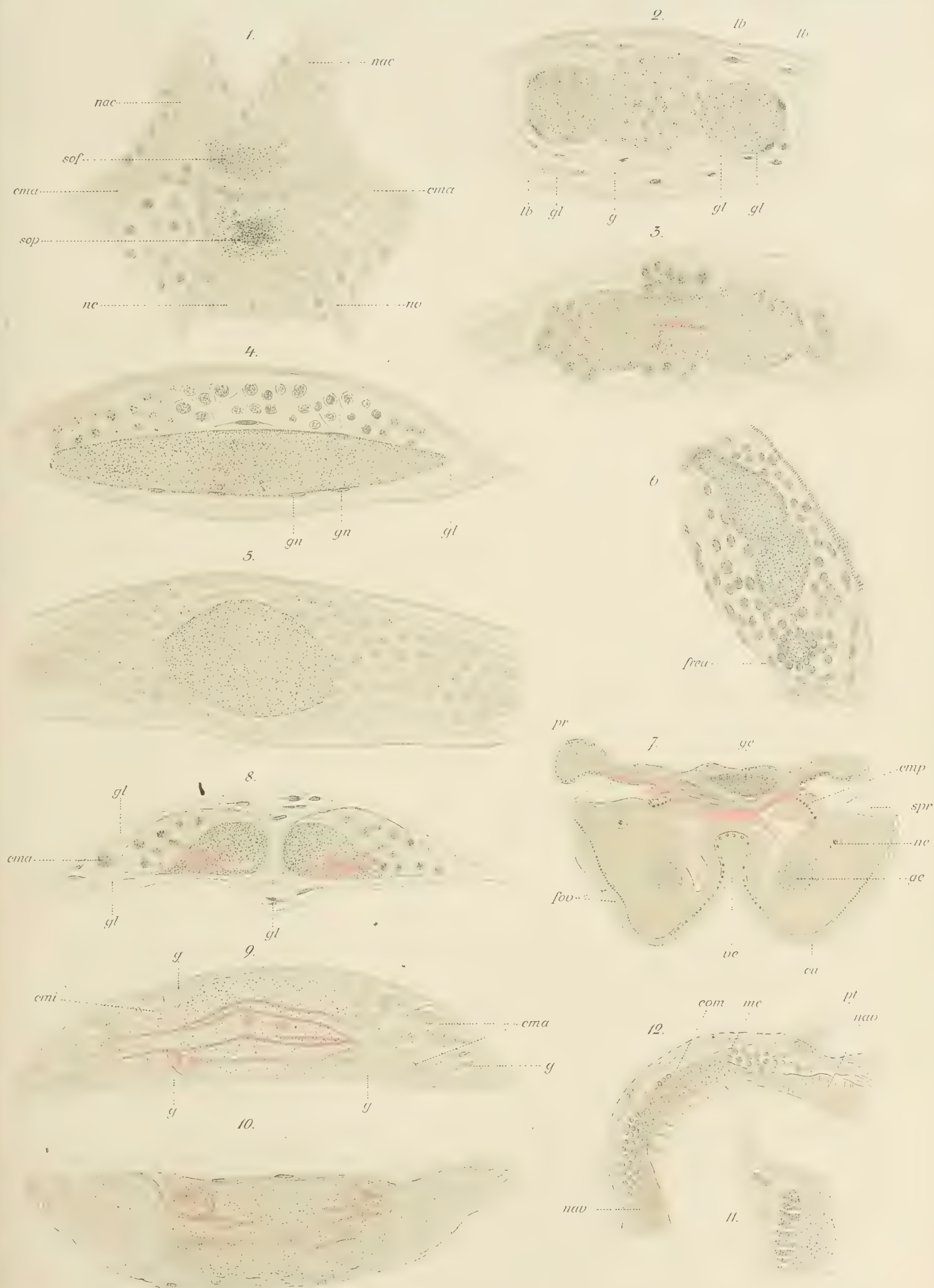
Organi maschili.

Tav. 2.	Fig. 12 a 14
» 3.	» 9, 10.
» 9.	» 4, 7.
» 10.	» 10 a 12.
» 12.	» 5 a 8: 12, 14.

Spermatogenesi.

Tutta la Tavola 13.

Apparecchio della nutrizione.

Tav. 1.	Fig. 9 a 14: 17.
» 2.	» 10 e 11.
» 3.	» 7.
» 5.	» 12, 13.
» 6.	» 16.
» 8.	» 2, 6, 7.
» 10.	» 1 a 9.
» 12.	» 1, 2, 10, 11.

2
3.
1.
4
5
pt
oc
st
ce
i
pa
ov
sbo
sp
sc
tc
pm
sm
cs
6.
7.
pa
10.
vs
pi
11.
13.
14.
vs
12.
16.
dp
da
pr
usm
usc
usc
usm
cca
15.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

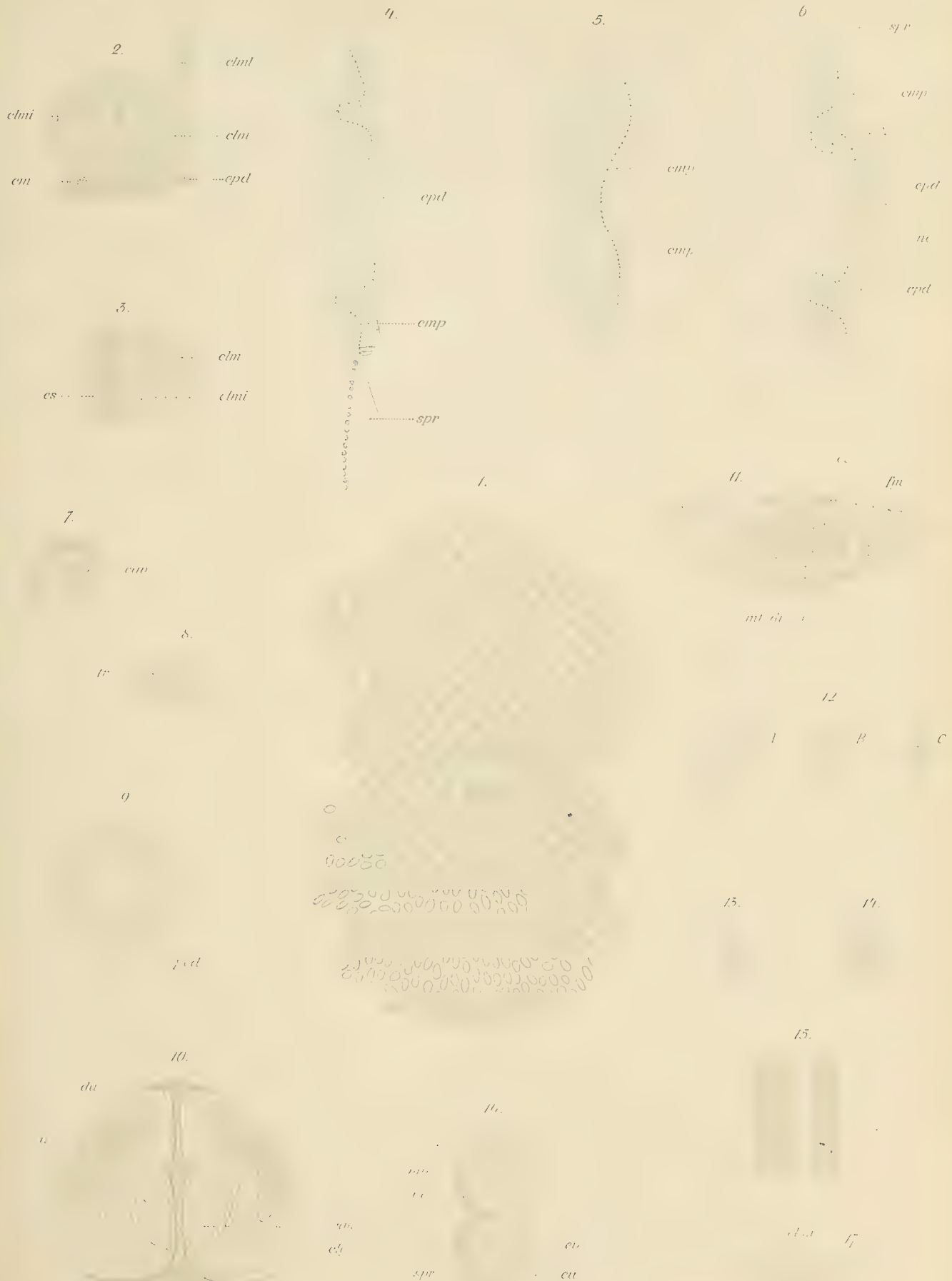
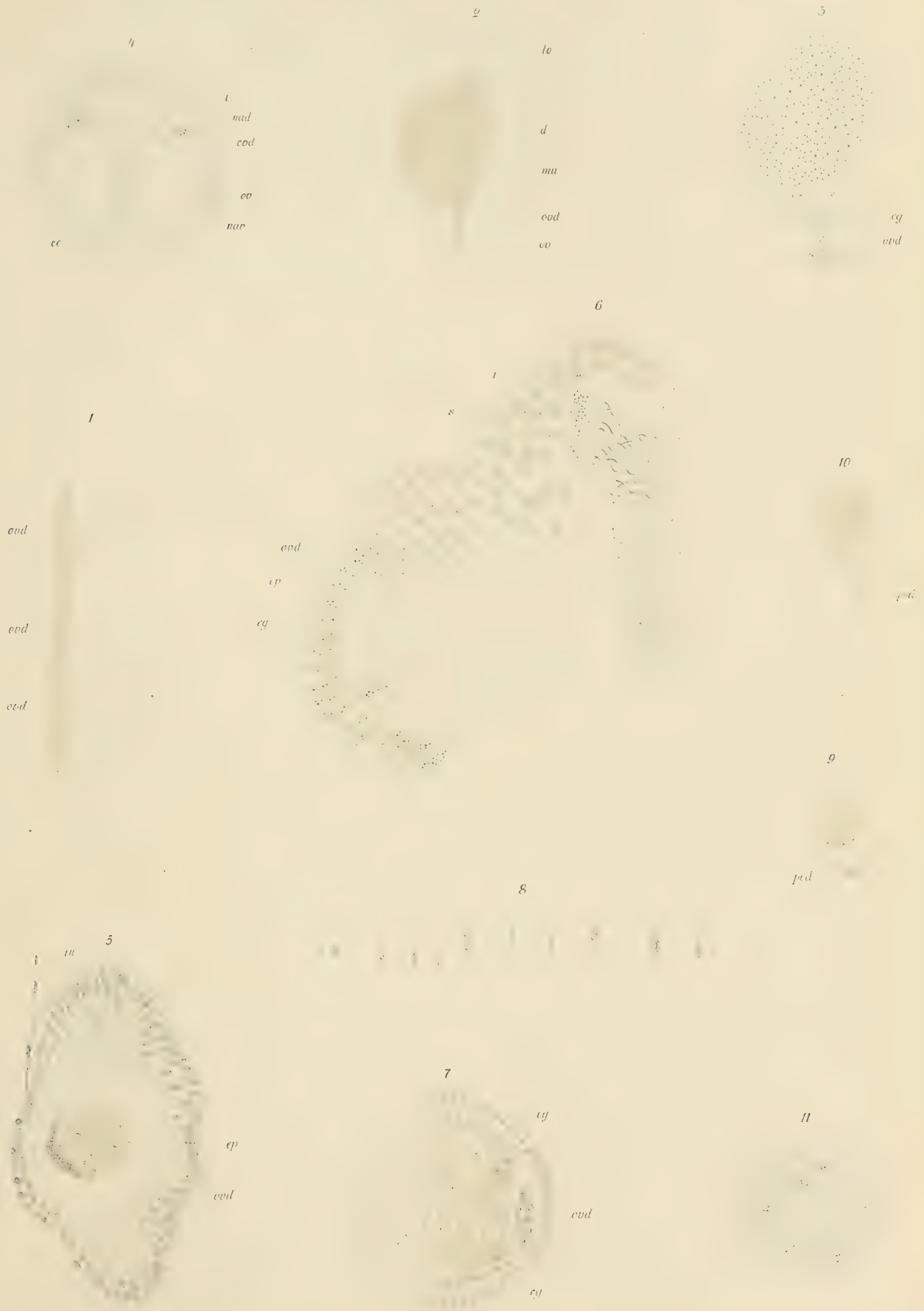
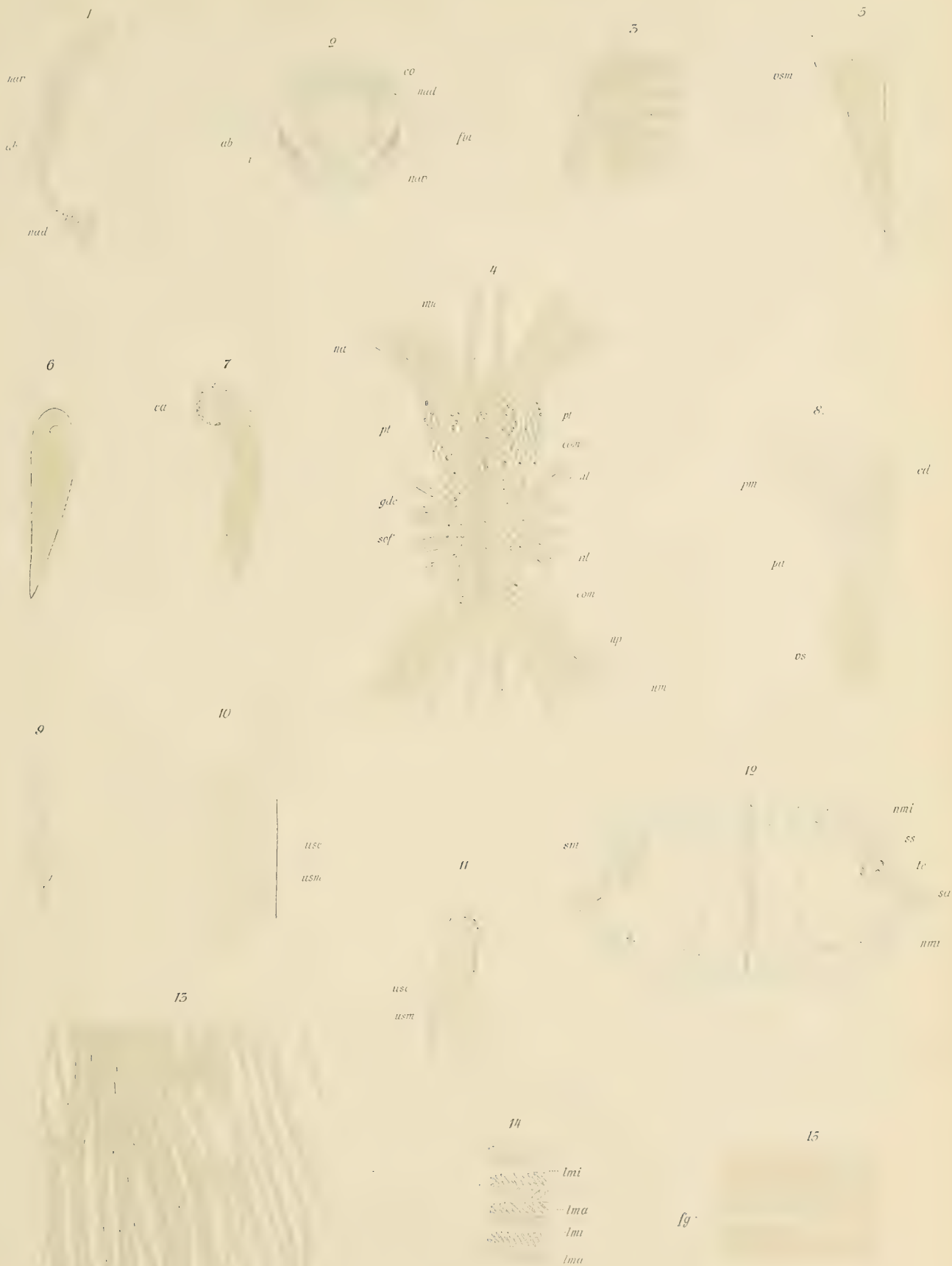
1.
nac
nac
sof
cma
cma
sop
nc
nc
2.
lb
lb
lb
gl
g
gl
gl
3.
4.
gn
gn
gl
5.
6
frea
pr
7.
ge
cmp
spr
nc
ac
fov
ve
cu
8.
gl
cma
gl
gl
9.
g
cmi
cma
g
g
g
10.
com
mc
pt
nav
12.
nav
11.

clml
clmi
clm
cm
epd
cs
emp
spr
cm
tr
da
fm
A
B
C
cu

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt ᵃ/M.

Grassi del. Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

4
l
mud
cod
ov
nae
ec
2
lo
d
mu
ovd
ov
3
cg
ovd
6
l
s
ovd
ep
cg
1
ovd
ovd
ovd
10
9
pud
8
5
m
ep
ovd
7
cg
ovd
cg
11

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt

INDICE

Introduzione . . . . Pag. 565

Parte prima. *Fatti* . . . . » 569

Capo primo. Sistematica . . . . » ivi

» secondo. Costumi e distribuzione geografica . . . . » 585

» terzo. Anatomia ed istiologia . . . . » 590

Capitolo I. *Integumento e sue appendici* . . . . » ivi

» II. *Sistema muscolare* . . . . » 601

» III. *Sistema nervoso ed organi di senso* . . . . » 615

» IV. *Apparecchio della nutrizione* . . . . » 640

» V. *Organi riproduttivi* . . . . » 653

Bibliografia . . . . » 669

Parte seconda. *Considerazioni* . . . . » 671

Capo primo. Scopo . . . . » ivi

» secondo. Comparazioni . . . . » 675

Conclusione generale . . . . » 689

Capo terzo. Istiologia generale . . . . » 690

INDICE DEL VOLUME XIII.° SERIE 3.ª

Memorie della Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

Piccini. *Ossidazione dell' acido titanico* . . . . pag. 5

Ponzi e Meli. *Intorno alla Sezione geologica scoperta al Tavolato sulla via Appia-nuova nella costruzione del Tramway per Marino;* e *sulle fenditure delle mura del Panteon* . . . . » 10

Ciamician e Dennstedt. *Studî sui composti della serie del pirrolo* . . . » 19

Sciamanna. *Fenomeni prodotti dall' applicazione della corrente elettrica sulla dura madre e modificazione del polso cerebrale* (con una tavola) . . . » 25

Emery. *Studî intorno allo sviluppo ed alla morfologia del rene dei Teleostei* (con una tavola) . . . . » 45

Respighi. *Osservazioni del diametro orizzontale del Sole fatte al R. Osservatorio in Campidoglio negli anni* 1880 *e* 1881. . . . . » 51

Cerruti. *Ricerche intorno all' equilibrio de' corpi elastici isotropi*. . . . » 81

Campbell. *Alcuni istrumenti per proiezioni di scuola* (con una tavola) . . » 124

Nasini. *Studi sul potere rotatorio dispersivo delle sostanze organiche*. . » 129

Tizzoni. *Sulle milze accessorie, e sulla neoformazione della milza per processi patologici della milza primaria* (con due tavole) . . . . » 159

Schiff. *Sui volumi molecolari delle sostanze liquide* . . . . » 195

Gebbia. *Sugli sforzi interni dei sistemi articolati* . . . . » 259

Villari. *Sulla lunghezza di una o più scintille elettriche di un condensatore e sulle modificazioni che esse subiscono per effetto delle varie resistenze introdotte nel circuito di scarica* (con due tavole) . . . . » 274

Taramelli. *Geologia delle Provincie Venete con Carte Geologiche e Profili* (con tre tavole) . . . . » 305

Bazzi. *Sul calore sviluppato da una corrente durante il periodo variabile* (con due tavole) . . . . » 537

Bellonci. *Intorno alla struttura e alle connessioni dei lobi olfattorii negli Artropodi superiori e nei Vertebrati* (con due tavole) . . . . » 555

Grassi. *I Chetognati. Anatomia e sistematica con aggiunte embriologiche* (con tredici tavole) . . . . » 565

Pubblicazioni della R. Accademia dei Lincei.

Serie 1ª — Atti dell'Accademia pontificia dei Nuovi Lincei. Tomo I-XXIII.
Atti della reale Accademia dei Lincei. Tomo XXIV-XXVI.

Serie 2ª — Vol. I. (1873-74).
Vol. II. (1874-75).
Vol. III. (1875-76) Parte 1ª TRANSUNTI.
2ª MEMORIE *della Classe di scienze fisiche, matematic. e naturali.*
3ª MEMORIE *della Classe di scienze morali, storiche filologiche.*
Vol. V. VI. VII.

Serie 3ª — TRANSUNTI. Vol. I. (1876-77).
» Vol. II. (1877-78).
» Vol. III. (1878-79).
» Vol. IV. (1879-80).
» Vol. V. (1880-81).
» Vol. VI. (1881-82).

MEMORIE *della Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.* Vol. I. disp. 1, 2
» » » » » » » II. » 1, 2.
» » » » » » » III.
» » » » » » » IV.
» » » » » » » V.
» » » » » » » VI.
» » » » » » » VII.
» » » » » » » VIII.
» » » » » » » IX.
» » » » » » » X.
» » » » » » » XI.
» » » » » » » XII.
» » » » » » » XIII.

MEMORIE *della Classe di scienze morali, storiche e filologiche* Vol. I.
» » » » » » » II.
» » » » » » » III.
» » » » » » » IV.
» » » » » » » V.
» » » » » » » VI.
» » » » » » » VII.
» » » » » » » IX.